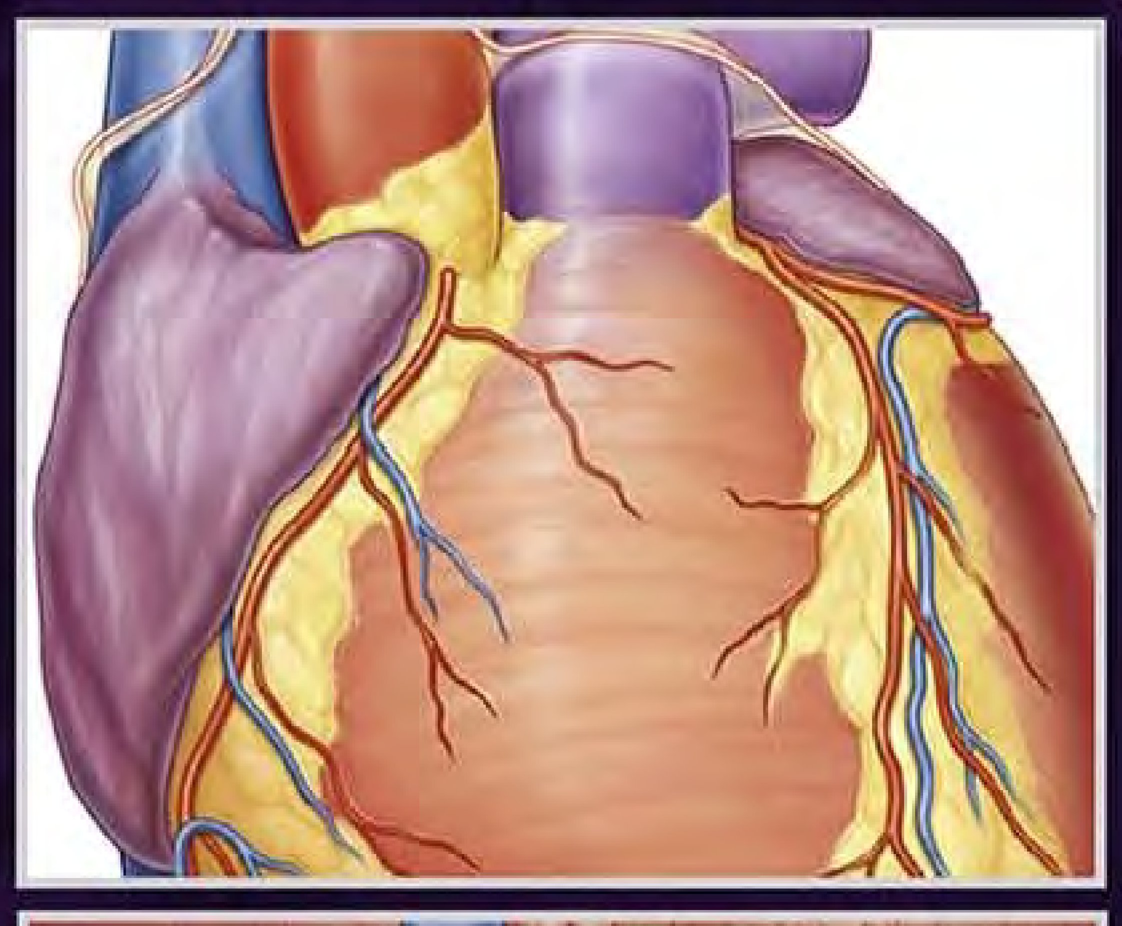


GRAY'S ANATOMIE

LE MANUEL POUR LES ÉTUDIANTS









Richard L. Drake **A. Wayne Vogl** **Adam W. M. Mitchell**

Traduction de la 4e édition originale, sous la coordination de Fabrice Duparc



Elsevier Masson


GRAY'S
ANATOMIE
Le Manuel pour les étudiants
4e édition

Chez le même éditeur

Dans la gamme Gray's :

Gray's Anatomie - Les fiches, 3ème édition, par Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, A. Mitchell, Fabrice Duparc, Jacques Duparc, 840 pages, 2020
Gray's Anatomie - Les fondamentaux, par Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, Fabrice Duparc, 648 pages, 2018

Autres ouvrages :

Atlas photographique et vidéos de dissection du corps humain, par Klaus-Peter Valerius, traduit par Richard Douard, Florence Almosni-Le Sueur, 2020.
Neuroanatomie descriptive, par Jean-Marie Le Minor, Jean-Philippe Dillenseger, 304 pages, 2019
Physiologie humaine et physiopathologie, par Gillian Pocock, Christopher David Richards, David A. Richards, 992 pages, 2019
Mémofiches physiologie Netter, par Susan Mulroney, Adam Myers, Florence Portet, 472 pages, 2020
Examen clinique et sémiologie - Macleod, par J. Alastair Innes, Anna Dover, Karen Fairhurst, Matthieu Ponsoye, traduit par Mathieu Ponsoye, 432 pages, 2019



GRAY'S ANATOMIE

Le Manuel pour les étudiants

4e édition

Richard L. Drake, PhD, FAAA
Director of Anatomy
Professor of Surgery
Cleveland Clinic Lerner College of Medicine
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio
États-Unis

A. Wayne Vogl, PhD, FAAA
Professor of Anatomy and Cell Biology
Department of Cellular and Physiological Sciences
Faculty of Medicine
University of British Columbia
Vancouver, British Columbia
Canada

Adam W. M. Mitchell, MB BS, FRCS, FRCR
Consultant Radiologist
Director of Radiology
Fortius Clinic
Londres
Royaume-Uni

Illustrations
Richard Tibbitts et Paul Richardson

Photographies
Ansell Horn

Coordination de la quatrième édition française
Pr Fabrice Duparc

Traduction de l'américain, 1re édition
Dorothée Coquerel-Béghin
Fabrice Duparc
Jacques Duparc
Jean-Luc Gahdoun
Jean-Michel Muller
Frédéric Sailhan

Mise à jour des 2e, 3e et 4e éditions
Dorothée Coquerel-Béghin
Fabrice Duparc
Jacques Duparc
Jean-Michel Muller
Anne-Claire Tobenas-Dujardin

Elsevier Masson

ELSEVIER

Elsevier Masson SAS, 65, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux cedex, France

Gray's Anatomy for Students. Fourth edition
Copyright © 2020 Elsevier Inc.
Previous editions copyrighted 2014, 2010, 2005 by Churchill Livingstone, an imprint of Elsevier Inc.
ISBN: 978-0-323-39304-1

This translation of *Gray's Anatomy for Students. Fourth edition*, by Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W. M. Mitchell, was undertaken by Elsevier Masson SAS and is published by arrangement with Elsevier Inc.
Cette traduction de *Gray's Anatomy for Students. Fourth edition*, de Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W. M. Mitchell, a été réalisée par Elsevier Masson SAS et est publiée avec l'accord d'Elsevier Inc.
Gray's Anatomie - Le Manuel pour les étudiants 4e édition, de Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W. M. Mitchell.

ISBN : 978-2-294-76223-9
e-ISBN : 978-2-294-76414-1

Édition française : Gray's Anatomie - Le Manuel pour les étudiants, 4e édition

Fabrice Duparc, Professeur des universités, praticien hospitalier, laboratoire d'anatomie, faculté de médecine- pharmacie, Rouen, France.

Jacques Duparc, Professeur honoraire de chirurgie orthopédique et traumatologique de la faculté de médecine Xavier-Bichat, université Paris VII, Paris, France.

Dorothée Coquerel-Béghin, Praticien hospitalier, chirurgie plastique, CHU de Rouen, France.

Jean-Michel Muller, Maître de conférences des universités, praticien hospitalier, laboratoire d'anatomie, faculté de médecine-pharmacie, Rouen, France.

Anne-Claire Tobenas-Dujardin, Maître de conférences des universités, praticien hospitalier, laboratoire d'anatomie, faculté de médecine-pharmacie, Rouen, France.

Table des matières

3 Thorax

4 Abdomen

7 Membre supérieur

8 Tête et cou

9 Neuroanatomie

À ma femme, Cheryl, qui m'a soutenu et mes parents,
qui m'ont guidé.
RLD

À ma famille, mes collègues, et mes étudiants – je vous dédie ce livre.
AWV

À Max, Elsa et Cathy. Et à celui à qui nous sommes tous redevables
Timothy Ianthor Mitchell !
AWMM

Remerciements de l'édition originale

Tout d'abord, nous aimerions rendre un hommage collectif à toutes les personnes qui ont accepté de relire les chapitres des différentes éditions de ce livre – les anatomistes, les enseignants et les étudiants du monde entier membres de l'*Editorial Review Board*. Votre participation a été inestimable.

Nous souhaitons également remercier Richard Tibbits et Paul Richardson pour leur talent à transformer nos projections visuelles en illustrations qui ne sont pas seulement la base de l'acquisition du savoir anatomique mais aussi des œuvres à part entière.

Ces remerciements s'adressent aussi à Madelene Hyde, Jeremy Bowes, Bill Schmitt, Rebecca Gruliow, John Casey et à toute l'équipe d'Elsevier pour leurs conseils tout au long de la réalisation de ce livre.

Nous souhaitons également remercier le Pr Richard A. Buckingham de l'Abraham Lincoln School of Medicine (Université de l'Illinois) pour nous avoir fourni la figure 8.114B. Enfin, du fait d'avoir travaillé chacun de notre côté et souvent à des milliers de kilomètres les uns des autres, nous souhaitons remercier à titre individuel chacune des personnes suivantes pour leur soutien sur place :

Le Dr Leonard Epp, les Dr Carl Morgan et Robert Shellhamer ainsi que le Dr Robert Cardell dont l'influence a été immense dans ma carrière de scientifique et d'enseignant.

Richard L. Drake

Aux Dr Sydney Friedman, Dr Elio Raviola et Dr Charles Slonecker pour leur inspiration, leur soutien et pour m'avoir transmis leur passion pour l'anatomie.

Aux Dr Murray Morrison, Dr Joanne Matsubara, Dr Brian Westerberg ; à Laura Hall et Jing Cui pour leur contribution à l'iconographie du chapitre « Tête et Cou ».

Au Dr Bruce Crawford et à Logan Lee pour l'aide apportée sur les illustrations de l'anatomie de surface du membre supérieur.

Au Pr Elizabeth Akesson et au Dr Donna Ford pour leur enthousiasme et leurs critiques inestimables.

Au Dr. Sam Wiseman, pour les images de chirurgie et autres figures contributives dans les chapitres « Abdomen » et « Tête et Cou ».

Au Dr Rosemary Basson, qui a écrit « En Clinique – Dysfonctionnement de l'érection » dans le chapitre « Pelvis et périnée ».

A. Wayne Vogl

L'anatomie change ! Nous voyons à travers de nouvelles « lunettes » – rayons X, TDM, IRM et maintenant IA… ce qui est nouveau (je ne sais pas, mais c'est excitant). Nous avons besoin d'un nouveau regard et d'un sang neuf, et je suis ravi d'avoir été aidé par deux collègues inspirants, le Dr Monika Rowe et le Dr Rajat Choudhury pour la clinique. Ce sont les stars du futur.

Le Dr Justin Lee et le Dr Gajan Rajeswaran sont les deux plus grands collègues qui me défient chaque jour avec l'anatomie MSK.

Merci beaucoup pour le soutien constant de M. Andrew Williams, du Pr James Calder et de Lucy Ball. Ils sont tous géniaux.

Adam W.M. Mitchell

Préface de l'édition originale

La 4e édition du *Gray's Anatomy for Students* conserve les buts et les objectifs des 1re, 2e et 3e éditions tout en continuant en même temps à incorporer les suggestions de nos lecteurs et en ajustant le contenu adapté à l'évolution de l'environnement pédagogique.

Une de nos préoccupations majeures, lors de la préparation de la 4e édition, fut l'ajustement du contenu imprimé à la possibilité de publication sur des plateformes d'*e-learning*. Nous avons augmenté le nombre d'encadrés «En clinique» dans l'édition imprimée, mais nous avons déplacé certains encadrés «Cas cliniques» des éditions précédentes du livre papier vers la plateforme en ligne. Ce déplacement de certains «Cas cliniques» vers la plateforme d'*e-learning* a permis l'adjonction de nouveaux sujets dans la version imprimée sans augmenter la taille du livre et sans compromettre les objectifs basiques de ce travail. Le nouveau matériel a inclus de nouvelles imageries pour refléter les avancées récentes dans le domaine de la radiologie et, en réponse au retour des lecteurs, nous avons ajouté des diagrammes synoptiques simples («schémas de dessin rapide») à certaines figures qui peuvent ainsi être facilement reproduites par les étudiants.

Un nouvel élément de la 4e édition est l'association d'un livre électronique organisé de manière systémique et référencé comme le *Gray's Anatomie systémique*. Ce *e-book* contient des chapitres sur les systèmes cardiovasculaire, respiratoire, gastro-intestinal, nerveux, urogénital et lymphatique. Nous estimons que les étudiants trouveront ce support utile puisque de nombreux programmes d'écoles de médecine ont maintenant recours à un enseignement de systèmes avec une approche intégrée.

Un second nouvel aspect de la 4e édition est l'incorporation d'un chapitre de neuroanatomie. Nous espérons que ce e-chapitre aidera les étudiants au cours de leur progression dans l'acquisition de la connaissance en neuroanatomie.

Comme c'était le cas dans les précédentes éditions, des supports d'aide et de révision sont disponibles sur Student Consult, comme une ressource en ligne qui fournit les entraînements appropriés pour chaque partie listée au début de ce chapitre. Cette information comprend un cours d'anatomie en ligne et d'auto-apprentissage de l'embryologie, des cas cliniques médicaux, des cas cliniques de physiothérapie, des questions d'auto-évaluation et un module interactif d'anatomie de surface, ainsi que de courtes questions-réponses. Nous croyons qu'avec ces changements, la 4e édition du *Gray's Anatomie pour les étudiants* est une version améliorée de la 3e édition, et nous espérons que ce livre continuera à représenter une référence de grande valeur pour l'apprentissage des étudiants.

Richard L. Drake
A. Wayne Vogl
Adam W.M. Mitchell
Octobre 2018

Préface de l'édition française

La connaissance de l'anatomie humaine est la pierre angulaire de toutes les sciences de la santé. L'enseignement de l'anatomie est une priorité absolue.

Au cours de ces dernières décennies, cet apprentissage du corps humain a subi un recul considérable lié paradoxalement au développement de nombreuses disciplines d'une médecine devenue progressivement de plus en plus biologique. Face à cette réduction majeure du temps consacré à l'étude de l'anatomie, la parade logique qui s'est imposée a été le développement d'un enseignement renouvelé de l'anatomie délibérément clinique. L'utilisation des outils informatiques est venue compléter les ouvrages classiques et le travail au laboratoire d'anatomie.

Les progrès considérables de l'imagerie médicale ont joué un rôle important en initiant les étudiants à la vision tridimensionnelle. La vidéoscopie et la radiocinématographie ont permis de montrer les structures anatomiques en relation les unes par rapport aux autres. Les acquisitions fournies par la tomodensitométrie et l'imagerie par résonance magnétique apportent des images de l'anatomie du corps humain à la fois dynamiques et fonctionnelles, et de plus en temps réel. Les progrès constants de l'imagerie interventionnelle renforcent encore l'impérieuse nécessité d'une parfaite connaissance anatomique.

C'est à partir de ces constatations que les auteurs R.L. Drake, A.W. Vogl et A.W.M. Mitchell ont voulu présenter une anatomie modernisée. Ils ont pris comme base de départ le traité d'anatomie de Gray, ouvrage de référence tant pour la clarté et l'exactitude du texte que pour la qualité des illustrations.

Les auteurs ont largement complété la précédente édition pour que cet ouvrage intéresse un large public, et soit accessible non seulement aux étudiants en médecine, mais également aux étudiants de médecine dentaire, de physiothérapie, ou de toute profession de santé. Ils ont opté pour une anatomie clinique qui soit le support de l'apprentissage de la sémiologie et une introduction logique à la connaissance de la pathologie.

Dans cet objectif, ils ont choisi une présentation régionale classique, qui construit le corps humain autour de son axe (le dos), avec le tronc (le thorax, l'abdomen, le pelvis et le périnée). Les membres supérieur et inférieur sont ensuite présentés ainsi que l'important chapitre de l'anatomie de la tête et du cou.

Les auteurs ont souhaité que chaque chapitre soit indépendant et puisse être étudié séparément au gré du lecteur. Ils ont organisé l'enseignement de chaque région en quatre modules.

Le premier module présente une vue globale de la région, qui permet la mise en place des différentes structures, et constitue soit un résumé, soit un niveau de connaissance de base, selon le niveau souhaité.

Le deuxième module propose l'anatomie descriptive détaillée de la région concernée. Il peut également être consulté et utilisé de manière autonome. Ainsi, l'étude des éléments (organes, nerfs et vaisseaux qui traversent la région étudiée) est suffisamment détaillée dans leurs parcours et rapports en amont et en aval pour que la lecture du chapitre soit compréhensible sans avoir à se reporter nécessairement aux autres chapitres. Les auteurs proposent un enseignement qui concilie les avantages des descriptions régionales (anatomie topographique et fonctionnelle) et des études classiques (anatomie descriptive) par systèmes (ostéologie, arthrologie, myologie, vaisseaux et nerfs). Certes, cette option est à l'origine de nécessaires répétitions, mais celles-ci prennent toute leur valeur pédagogique sans alourdir l'exposé et pénaliser le lecteur.

Le troisième module de chaque chapitre est consacré à l'anatomie de surface de la région étudiée, et constitue le fondement de l'apprentissage de l'examen clinique du corps humain et de ses signes, étape incontournable au début de toute formation médicale et paramédicale, et référence indispensable au cours de tout exercice ultérieur.

Le dernier module de chaque chapitre regroupe des observations cliniques dans lesquelles l'anatomie régionale décrite auparavant est retrouvée par le lecteur, ce qui lui confère un aspect très concret et pratique, et témoigne de la nécessité d'une bonne connaissance de base de l'anatomie pour tout exercice médical et paramédical de qualité. Ces éléments de sémiologie et de pathologie s'ajoutent aux nombreux exemples d'anatomie appliquée cités dans le chapitre d'anatomie régionale sous le titre « En clinique », et renforcent les objectifs pédagogiques de l'ouvrage. Cette démarche d'apprentissage est tout à fait adaptée aux techniques d'évaluation par épreuves de dossiers cliniques.

Cet ouvrage répond pleinement aux nouvelles dispositions de l'enseignement de l'anatomie dans la réforme du cursus des professions de santé. Le développement du chapitre 1 constitue une présentation rigoureuse des techniques d'imagerie médicale, c'est-à-dire de la représentation du corps humain par les moyens les plus modernes. Le premier niveau de généralités, « Vue globale », correspond aux objectifs d'acquisition d'un bagage de connaissances du corps humain nécessaire à tous les futurs professionnels de santé. Les sections descriptives, « Anatomie régionale », permettent d'aller plus loin dans l'organisation des connaissances

en anatomie topographique. Enfin, les sections descriptives associent la présentation des structures anatomiques par des textes revus et améliorés et des dessins de grande qualité, ainsi que des exemples et corrélations cliniques plus nombreux.

L'anatomie de surface, fondement de l'examen clinique, représente une part majeure dans tous les chapitres. Elle traduit le souci de rendre la présentation de l'anatomie plus liée à la clinique. Elle permet d'en faciliter l'apprentissage et la mémorisation, et donc l'utilisation quotidienne ultérieure auprès du patient.

La réintroduction de l'anatomie dans les épreuves classantes nationales, quel que soit leur devenir dans les prochaines années, renforce l'intérêt de cet ouvrage fortement orienté vers l'anatomie clinique et adapté à la préparation de ce concours.

Nous avons eu le souci de présenter une version française de l'ouvrage débarrassée de tous termes anglais ou «franglais» qui constituent trop souvent des signes de confusion. Pour les mêmes raisons, nous avons supprimé les éponymes en dépit de leur intérêt historique ou anecdotique.

Cette 4[e] édition française incorpore le nouveau chapitre de neuroanatomie. Cette présentation rigoureuse d'une partie de l'anatomie humaine souvent jugée difficile par les étudiants devrait leur permettre une compréhension plus aisée, et leur donner des bases anatomiques indispensables pour l'examen clinique neurologique du patient.

Le livre comporte un index de tous les mots importants du texte et permet au lecteur une recherche aisée. Nous avons ajouté à l'ouvrage un glossaire anatomique trilingue français – latin – anglais, accessible en ligne, comprenant le mot en latin tel qu'il apparaît dans la nomenclature internationale dans la Terminologia Anatomica élaborée par le Federative Committee on Anatomical Terminology. Le mot en nomenclature internationale francisée, et sa traduction anglaise, permettront à tous ceux qui le souhaitent une lecture facile des ouvrages étrangers et des publications internationales accessibles par les banques de données informatisées et les puissants moteurs de recherche. Il facilitera la rédaction d'articles scientifiques dans la littérature en langue anglaise.

En tant que coordinateurs de l'ouvrage, nous tenons à remercier l'équipe des traducteurs de leur précieuse collaboration et à les féliciter de leur excellent travail, qui ont abouti à une exacte interprétation du texte suivie d'un travail rigoureux de vérification au prix de nombreuses lectures. Dorothée Coquerel-Béghin et Jean-Michel Muller ont repris les chapitres qu'ils avaient déjà traduits dans la première édition française, et Anne-Claire Tobenas-Dujardin a repris le chapitre «Dos».

Nous remercions les Éditions Elsevier Masson de ce constant souci de réactualisation de l'ouvrage d'*Anatomie pour les étudiants* qui prend aussi sa place légitime d'anatomie pour les praticiens de toutes les professions de santé.

Jacques Duparc Professeur
Coordinateur de la première édition française
Fabrice Duparc Professeur
Coordinateur des 2[e], 3[e] et 4[e] éditions françaises

À propos du livre

L'idée

Au cours des vingt dernières années, de nombreuses modifications sont survenues qui ont changé radicalement la façon d'enseigner l'anatomie humaine dans les écoles de médecine et dentaires, et dans les programmes d'enseignement rattachés à la santé. De plus, il est apparu que l'enseignement magistral ne convenait guère à l'anatomie. Les méthodes pédagogiques se sont donc orientées vers la pratique de petits groupes de travail dans le but d'accroître l'enseignement personnel et l'acquisition des outils pour une connaissance plus approfondie. Une explosion d'information dans chaque discipline de la médecine a aussi été un élément important dans l'évolution de l'enseignement en augmentant la somme des éléments à assimiler, mais sans toutefois augmenter le temps nécessaire à leur appréhension.

Devant ces modifications, nous avons pensé que le moment était venu de publier un nouveau manuel qui permettrait aux étudiants d'apprendre l'anatomie dans le contexte des différentes disciplines en tenant compte des contraintes de temps toujours croissantes.

Nous avons commencé à l'automne 2001 en considérant les différentes approches que nous pourrions adopter en décidant finalement une présentation régionale de l'anatomie avec, pour chaque chapitre, quatre sections. Dès le début, nous avons voulu que le livre soit conçu avec des points d'entrée multiples, qu'il soit destiné en priorité aux étudiants dans un large champ d'exploration et qu'il soit aussi un précis d'anatomie dans l'esprit du classique traité d'anatomie de Gray destiné à un lectorat plus professionnel. Nous avons écrit le texte en premier puis nous l'avons ensuite agrémenté de dessins et d'illustrations pour compléter la rédaction.

Les premières épreuves des chapitres achevés ont été distribuées à un comité international d'enseignants anatomistes et d'étudiants en anatomie (*Editorial review board*) pour évaluation. Leurs commentaires ont été considérés avec beaucoup d'attention pour la rédaction finale de l'ouvrage.

Le texte ne cherche pas à être exhaustif mais à présenter une anatomie suffisante pour permettre aux étudiants une compréhension de l'anatomie à la fois sur un plan structurel et fonctionnel qu'ils pourront augmenter par la suite au cours du développement de leurs études et de leur carrière. *Gray's Anatomy* a toujours été considéré comme le traité de référence à la fois pour le texte et pour les illustrations au cours de la préparation de ce livre et il reste la source recommandée pour l'acquisition de connaissances supplémentaires.

Le livre

Ce livre est destiné à enseigner l'anatomie aux étudiants dans une perspective clinique. Il a été préparé pour les étudiants avec une grande variété de destinations professionnelles médicales : médecine dentaire, chiropraxie, physiothérapie et médecine physique. Il pourra être utilisé par les étudiants dans une optique traditionnelle, ou être combiné avec les implications problématiques selon la spécialisation. Il sera particulièrement utile aux étudiants qui sont peu ou non confrontés aux lectures anatomiques et aux travaux de laboratoire.

LA PRÉSENTATION

Utilisant une approche régionale, le livre *Gray's Anatomie pour les étudiants* avance à travers le corps humain de façon logique, présentant les complexités anatomiques au fur et à mesure que le lecteur se familiarise avec le sujet. Chaque chapitre peut être utilisé comme un module indépendant d'enseignement, et les variations dans la séquence des lectures n'affecteront pas la qualité pédagogique. La séquence que nous avons choisie est : dos, thorax, abdomen, pelvis et périnée, membre inférieur, membre supérieur, tête et cou.

Nous commençons avec la section «Le corps», qui présente une vue globale de la discipline d'anatomie macroscopique, et une introduction des modalités de l'imagerie et des systèmes généraux du corps. Nous poursuivons avec le dos car cette partie est souvent la première zone disséquée par les étudiants. Le thorax est le chapitre suivant à cause de sa situation centrale et de son contenu : le cœur, les gros vaisseaux et les poumons. Cette séquence permet une avancée à travers les cavités du corps. L'abdomen, le pelvis et le périnée sont dans le prolongement logique du thorax. Continuant l'étude vers les pieds, le chapitre suivant est consacré au membre inférieur suivi par l'étude du membre supérieur. La dernière région étudiée est la tête et le cou. Cette région contient quelques-uns des éléments les plus difficiles de l'anatomie. La connaissance des autres régions étudiées préalablement donnera à l'étudiant la possibilité d'une base solide pour comprendre cette région complexe.

LE CONTENU

Chaque chapitre comporte quatre sections distinctes et consécutives : Vue générale, Anatomie régionale, Anatomie de surface et Cas cliniques.

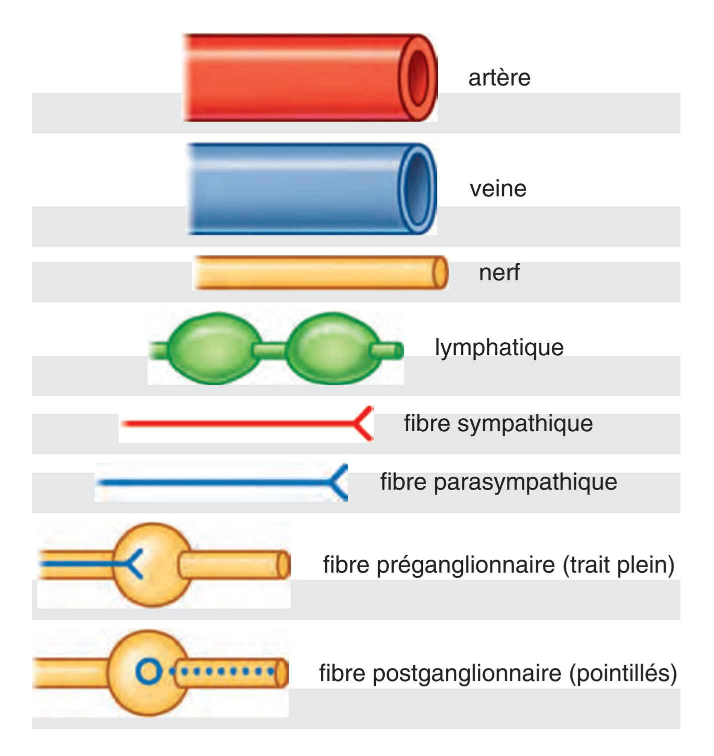
La vue générale ou globale fournit la base à partir de laquelle les autres sections seront envisagées. Cette section peut être lue indépendamment du reste du texte par les étudiants qui désirent seulement un niveau simple de compréhension ; elle peut aussi être lue comme un résumé des éléments essentiels de l'anatomie de la région.

L'anatomie régionale donne une anatomie plus détaillée, accompagnée de considérations cliniques. Ce n'est pas une présentation exhaustive mais une information à un niveau qui permet une compréhension plus complète de l'anatomie de la région. Dans ce chapitre, les implications cliniques sont délivrées à deux niveaux. Tout d'abord des exemples cliniques, qui sont complètement intégrés au texte anatomique, pour relier l'anatomie décrite directement à un cas clinique sans troubler la réflexion de l'étudiant et sans créer de rupture dans la continuité du texte. Bien que parfaitement intégrés dans le texte anatomique, ces passages sont identifiés du reste du texte par leur surlignage en gris. Puis des résumés cliniques fournissent aux étudiants des informations montrant comment les connaissances anatomiques permettent de résoudre les problèmes cliniques. Ces faits sont répartis dans le texte au cours de la discussion anatomique.

L'anatomie de surface aide l'étudiant à voir les relations entre les structures anatomiques et les repères cutanés. Cette section donne aussi aux étudiants les applications pratiques de l'information anatomique combinant inspection et palpation avec les manifestations fonctionnelles notées au cours de tout type d'examen clinique.

La section finale de chaque chapitre est constituée de cas cliniques. Ceux-ci représentent le troisième niveau de connaissance. Dans ces présentations, le problème clinique est décrit ; ensuite, des questions et des réponses amènent le lecteur à la solution du problème. L'inclusion des longs et courts cas cliniques dans chaque chapitre donne aux étudiants l'opportunité d'appliquer leur connaissance de l'anatomie à la résolution d'un problème clinique.

Les illustrations sont une partie intégrante et essentielle de tout traité d'anatomie. Elles doivent fournir au lecteur une image qui donne de la vie au texte en présentant des figures ou des schémas qui aident à la compréhension de l'anatomie. La qualité des illustrations nous a permis d'atteindre ce but. Les illustrations sont originales et beaucoup d'entre elles sont uniques. Elles ont été dessinées pour correspondre au texte présentant l'anatomie et ont pour objet des éléments que les étudiants trouvent généralement difficiles. Leur but est aussi de fournir un cadre pour permettre une plus grande compréhension. Pour nous assurer que les illustrations du livre s'harmonisent bien et permettent aux lecteurs de retrouver le fil de l'anatomie d'une figure à l'autre, nous avons utilisé des couleurs standard dans le livre à l'exception de quelques cas particuliers.



La position et la taille de l'image ont été des paramètres tout au long de l'ouvrage.

Les illustrations cliniques sont aussi très utiles pour la compréhension anatomique et sont abondantes dans le livre. Des exemples de l'imagerie moderne sous la forme d'IRM ou de TDM, de TEP et d'échographies ainsi que des radiographies de bonne qualité donnent aux étudiants des outils pour accroître leur capacité de visualiser l'anatomie et donc d'augmenter leurs connaissances.

Ce que le livre ne présente pas

Le livre *Gray's Anatomie pour les étudiants* est centré sur l'anatomie macroscopique. De nombreux ouvrages publiés à travers le monde ajoutent à l'anatomie l'embryologie, la physiologie et l'histologie. Nous nous sommes limités volontairement à l'anatomie macroscopique. Nous avons pensé qu'il y a de nombreux ouvrages de qualité dans les domaines cités et que l'introduction de ces notions dans cet ouvrage aurait abouti à un livre volumineux nous écartant des buts pédagogiques que nous nous sommes assignés.

La terminologie

Dans tous les textes et atlas concernant l'anatomie, la terminologie est un sujet sensible. En 1989, le Federative Committee on Anatomical Terminology (FCAT) a été institué et a été chargé de développer une terminologie officielle des sciences anatomiques. La *Terminologia Anatomica* (2e édition, Thieme Stuttgart/New York, 2011) est le résultat du travail de ce groupe et des 56 associations membres de l'International Federation of Associations of Anatomists (IFAA ; Fédération internationale des associations anatomiques). Nous avons choisi d'utiliser la terminologie présentée dans cette publication dans le but d'uniformiser le langage anatomique. Les autres terminologies certes ne sont pas incorrectes, mais nous avons pensé que l'utilisation de cette terminologie simple, universellement reconnue, était plus logique.

Les termes anatomiques usuels pour l'orientation des éléments anatomiques dans l'espace sont généralement utilisés, mais aussi quelquefois les termes tels que « en arrière » ou « en avant » afin de faciliter la lecture. Dans tous ces cas, le contexte clarifie la signification du texte.

Nous avons été très heureux de réaliser ensemble ce livre. Nous espérons que les lecteurs partageront notre enthousiasme.

Richard L. Drake
A. Wayne Vogl
Adam W.M. Mitchell

1

Le corps

Jacques Duparc, Fabrice Duparc

Qu'est-ce que l'anatomie ?

L'anatomie regroupe l'étude des structures du corps humain qui peuvent être vues à l'œil nu sans grossissement et l'étude des structures nécessitant l'aide du microscope. Habituellement, dans le langage courant, le terme « anatomie » signifie l'anatomie macroscopique dont l'étude ne nécessite pas l'usage du microscope. À l'anatomie microscopique, on réserve le terme « histologie » qui est l'étude des tissus et des cellules.

L'anatomie constitue la base indispensable de la pratique médicale. L'anatomie permet au médecin, après l'examen physique des patients et l'étude des documents d'imagerie les plus avancés, une compréhension de la pathologie. L'anatomie est également importante pour les dentistes, les chiropracteurs, les physiothérapeutes et tous ceux qui sont d'une façon ou d'une autre concernés par le traitement des malades. Le traitement quel qu'il soit commence toujours par une analyse des signes cliniques. La capacité d'interpréter les données de l'examen clinique *correctement* nécessite une solide compréhension de l'anatomie.

L'observation et la visualisation sont les premiers moyens pour l'étudiant d'aborder l'anatomie. L'anatomie est beaucoup plus qu'une simple mémorisation de noms techniques. Bien que le langage de l'anatomie soit nécessaire, la somme d'informations pour identifier et situer les structures anatomiques d'un patient va bien au-delà de la simple mémorisation. Connaître les noms des différentes branches de l'artère carotide externe n'est pas la même chose que d'être capable de visualiser dans l'espace le trajet de l'artère linguale, de son origine jusqu'à sa terminaison à la langue. De même, la constitution du voile du palais et ses relations avec les cavités buccale et nasale ainsi que son rôle dans la déglutition n'ont rien à voir avec la simple énumération des muscles et des nerfs de la région. Une anatomie intelligente réclame une compréhension du *contexte* dans lequel l'anatomie peut être mémorisée.

Comment étudier l'anatomie macroscopique

Le terme « anatomie » vient du mot grec *teimnein* qui signifie couper. Il est évident que l'étude de l'anatomie a été liée dès ses origines à la dissection cadavérique. Les étudiants pratiquent de plus en plus la dissection anatomique qui est souvent aidée ou remplacée par des projections de pièces anatomiques préparées, par des modèles plastiques, ou encore par des modules d'enseignement sur ordinateur.

L'anatomie peut être étudiée soit par une approche régionale soit par une approche systémique.

- Dans une **approche régionale**, chaque *région* du corps est étudiée séparément et tous les éléments de la région sont étudiés en même temps. Par exemple, s'il s'agit de l'étude du thorax, tous les éléments du thorax seront examinés. Cela inclut la vascularisation, les nerfs, les os, les muscles et toutes les structures et organes situés dans la région du corps définie comme étant le thorax. Après cette région, les autres régions du corps, l'abdomen, le membre inférieur, le membre supérieur, le dos, la tête et le cou, seront étudiées de la même façon.

- Dans une **étude par système** au contraire, chaque *système* est étudié séparément et suivi dans sa totalité à travers le corps. Par exemple, une étude du système cardiovasculaire étudiera le cœur et tous les vaisseaux du corps. Le système nerveux sera étudié à son tour (cerveau, moelle spinale et tous les nerfs en détail). Cette étude couvre la totalité du corps jusqu'à ce que chaque système, incluant le système nerveux, le squelette, les muscles, les appareils digestif, respiratoire, lymphatique et de la reproduction, ait été étudié.

Chacune de ces approches a ses avantages et ses inconvénients. L'approche régionale est parfaitement adaptée si l'enseignement de l'anatomie inclut la dissection cadavérique mais se révèle insuffisante quand il s'agit de comprendre la totalité d'un système et ses relations avec le reste de l'anatomie. De façon identique, l'approche par système facilite la compréhension du système dans sa totalité mais ne permet pas la coordination avec les données de la dissection et l'étude détaillée.

Termes anatomiques importants

Position anatomique

La position anatomique est la position de référence du corps utilisée pour la description « géographique » des éléments anatomiques (fig. 1.1). Le corps est dit en position anatomique dans la situation debout, les pieds réunis, les mains sur les côtés du corps, paumes tournées en avant. La bouche doit être fermée et l'expression du visage neutre. Les pommettes sous les yeux sont dans le même plan horizontal, les yeux sont ouverts, le regard est droit et horizontal, fixant un point éloigné. Les paumes des mains sont orientées vers l'avant, les doigts sont

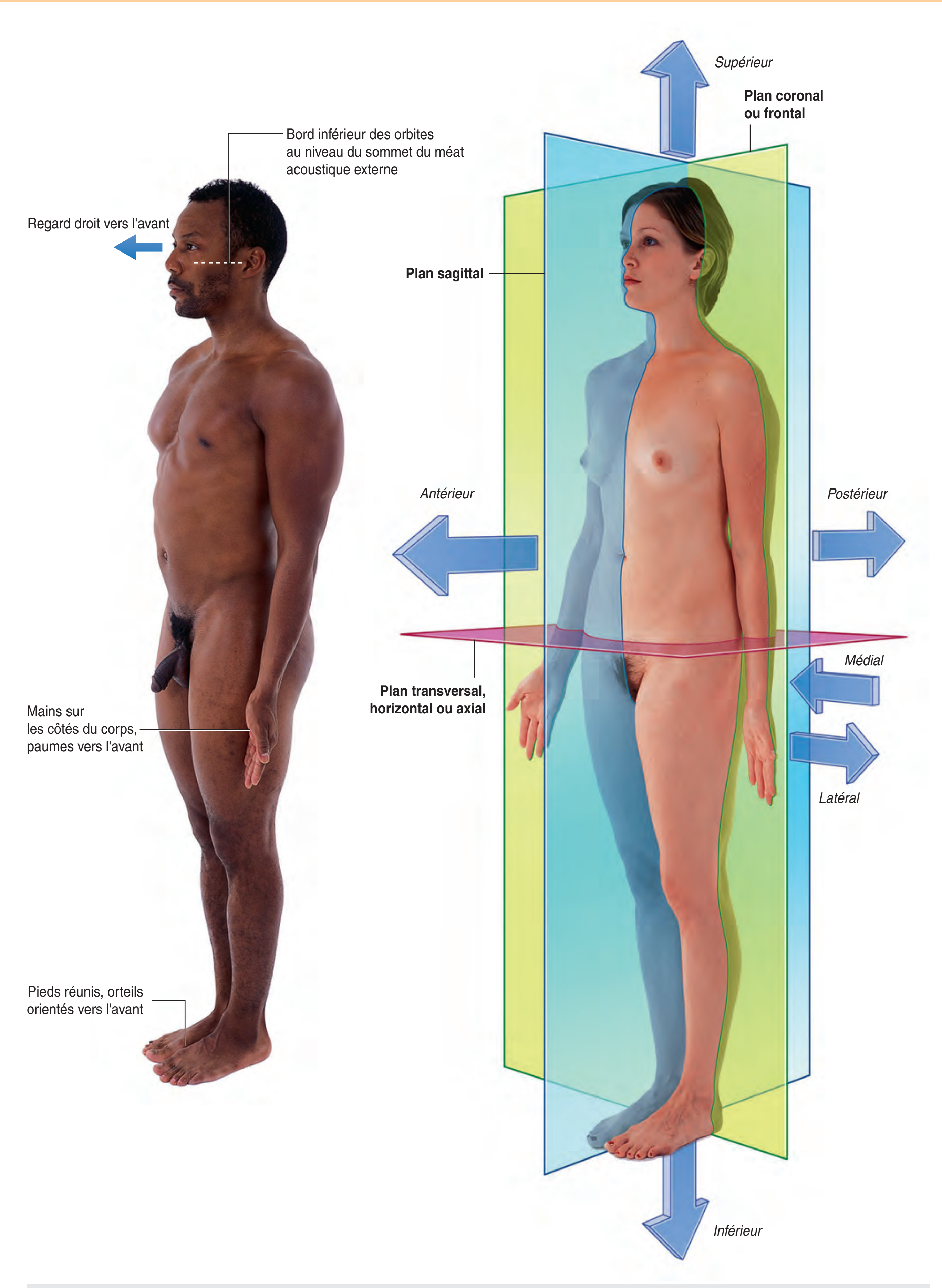


Figure 1.1 Position anatomique, plans et termes servant à la localisation des éléments.



étendus et réunis avec la pulpe du pouce à 90° par rapport aux pulpes des autres doigts. Les orteils sont orientés en avant.

Plans anatomiques

On distingue trois groupes de plans dans la position anatomique (fig. 1.1).

- Les **plans coronaux** ou frontaux sont orientés verticalement et divisent le corps en deux parties antérieure et postérieure.
- Les **plans sagittaux** sont aussi orientés verticalement mais sont à angle droit avec les plans coronaux et divisent le corps en parties droite et gauche. Le plan qui passe par le centre du corps le divise en deux parties égales droite et gauche est appelé **plan sagittal médian**.
- Les **plans transversaux, horizontaux** ou **axiaux** divisent le corps en parties supérieure et inférieure.

Termes utilisés pour la localisation

Antérieur (ventral) et postérieur (dorsal), médial et latéral, supérieur et inférieur

Trois paires de termes sont utilisées pour décrire la situation des structures anatomiques par rapport au corps considéré comme un ensemble (fig. 1.1).

- **Antérieur** (ou **ventral**) et **postérieur** (ou **dorsal**) sont des termes qui décrivent une position relative à l'avant ou à l'arrière du corps. Par exemple, le nez est antérieur (ou ventral) alors que la colonne vertébrale est une structure postérieure (ou dorsale). De même, le nez est en avant des oreilles et la colonne vertébrale est postérieure au sternum.
- **Médial** et **latéral** décrivent la situation de structures par rapport au plan sagittal et aux côtés du corps. Par exemple, le pouce est latéral par rapport au petit doigt. Le nez est dans le plan sagittal et est médial par rapport aux yeux qui, à leur tour, sont médiaux par rapport aux oreilles.
- **Supérieur** et **inférieur** indiquent la situation en relation avec l'axe vertical du corps. Par exemple, l'articulation du genou est inférieure à l'articulation de la hanche.

Proximal et distal, crânial et caudal, rostral

- **Proximal** et **distal** sont des termes utilisés pour indiquer que l'élément étudié est plus proche ou plus éloigné de l'élément d'origine, notamment au niveau des membres. Par exemple, la main est distale par rapport au coude et l'épaule est proximale au coude. Ces termes sont aussi utilisés pour décrire la position relative des branches ou rameaux des structures linéaires, telles que les bronches, les vaisseaux et les nerfs, au cours de leur trajet. Par exemple, les branches distales des vaisseaux naissent plus loin vers les extrémités alors que les branches proximales naissent plus près de l'origine du système.
- **Crânial** (vers la tête) et **caudal** (vers la queue) sont quelquefois utilisés pour signifier respectivement supérieur et inférieur, en référence à l'embryon, avant le développement des membres.
- **Rostral** est employé pour localiser la structure étudiée par rapport au nez, particulièrement au niveau de la tête. Par exemple, le cerveau antérieur est rostral par rapport au cerveau postérieur.

Superficiel et profond

Les deux autres termes utilisés pour décrire la position des structures dans le corps sont **superficiel** et **profond**. Ces termes sont employés pour décrire la position relative de deux structures en fonction de la surface du corps. Par exemple, le sternum est superficiel par rapport au cœur et l'estomac est profond par rapport à la paroi abdominale.

Les termes superficiel et profond peuvent aussi être utilisés de manière absolue pour définir deux régions majeures du corps. La région superficielle du corps est externe par rapport à la couche périphérique du fascia profond. Les structures profondes sont entourées par cette couche. Les structures contenues dans la région superficielle du corps sont la peau, le fascia superficiel, et les glandes mammaires. Les structures profondes comprennent la plupart des muscles squelettiques et des viscères. Des plaies dites superficielles sont externes à la couche périphérique du fascia profond, alors que des plaies profondes pénètrent au-delà du fascia profond.

Imagerie

Diagnostic et techniques d'imagerie

En 1895, Wilhem Roentgen a utilisé les rayons X d'un tube cathodique sur une plaque photographique et a obtenu les premières radiographies de la main de sa femme. Au cours des 30 dernières années, nous avons assisté à une révolution de l'imagerie du corps humain grâce aux développements notamment des techniques informatiques.

Radiographie standard

Les rayons X sont des photons (type de radiation électromagnétique) et sont générés par un tube cathodique (fig. 1.2). Les rayons sont alors collimatés pour éviter leur éparpillement afin d'être dirigés sur un endroit précis du corps. Lorsque les rayons X traversent le corps, ils sont atténués (réduits en énergie) par la traversée des tissus. Ces rayons qui traversent les tissus vont impressionner la plaque photographique.

Dans le corps :

- l'air atténue modérément les rayons ;
- la graisse atténue les rayons X un peu plus que l'air mais moins que l'eau ;
- l'os atténue nettement l'énergie des rayons.

Ces différences dans l'atténuation se traduisent par des différences dans le niveau d'impression du film. Quand le film photographique est développé, l'os apparaît blanc sur le film parce que cette région du film a reçu une quantité moindre de rayons. L'air apparaît noir sur le film parce que la région a été exposée à un plus grand nombre de rayons.

L'évolution des techniques radiologiques permet une émission continue de rayons X par le tube cathodique et leur réception sur un écran (fluoroscopie), donnant une visualisation en temps réel des structures anatomiques en mouvement, des injections de produits opaques, des angiographies (fig. 1.3).

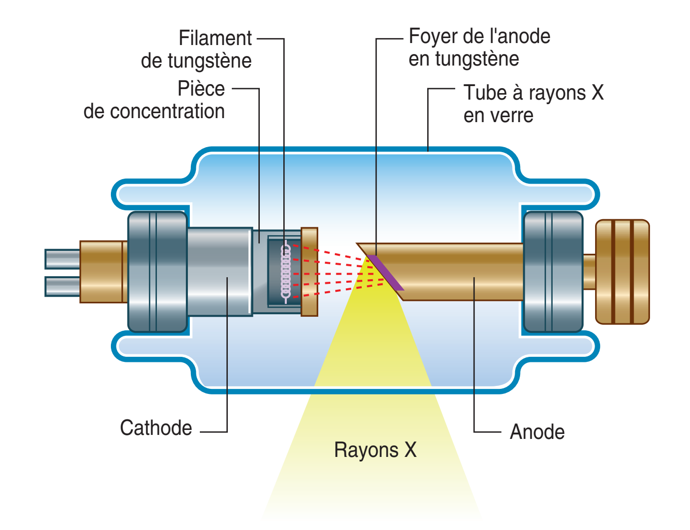


Figure 1.2 Tube cathodique pour l'émission de rayons X.



Figure 1.3 Unité de fluoroscopie.

Produits de contraste

Pour mettre en évidence des structures spécifiques telles que la torsion d'une anse intestinale ou l'anatomie des artères, il peut être nécessaire d'injecter dans ces structures des matériaux ou des substances qui atténuent les rayons plus que l'anse intestinale ou l'artère ne le font normalement. Il importe que ces substances soient démunies de toute toxicité. Le sulfate de baryum est un sel insoluble non toxique qui a une forte densité. Il est extrêmement utile pour les examens du tractus gastro-intestinal. Quand une **suspension de sulfate de baryum** est ingérée, son opacité peut renseigner sur la

lumière intestinale (fig. 1.4). Il est habituel d'ajouter de l'air à la suspension de sulfate de baryum soit par ingestion de granulés effervescents, soit directement par injection d'air dans la cavité, comme dans le lavement baryté. Le sulfate de baryum est remplacé actuellement par de nouvelles solutions.

Pour certains patients, il peut être nécessaire d'injecter le produit de contraste dans les artères ou les veines. Dans ces cas, on utilise des produits iodés. Les **sels d'iode** sont généralement utilisés car, ayant une masse atomique relativement élevée, ils atténuent de façon nette les rayons X ; de plus, ils sont naturellement éliminés par l'appareil urinaire. Les agents de contraste injectés dans les artères et dans les veines sont très sûrs et parfaitement tolérés par la plupart des patients. Rarement, des patients ont des manifestations anaphylactiques imposant de prendre des précautions particulières. Les agents de contraste intra-artériels ou intraveineux non seulement sont utilisés pour opacifier les vaisseaux mais, étant excrétés par l'appareil urinaire, ils permettent aussi l'opacification de l'appareil urinaire (reins, uretère, vessie et urètre) lors d'une **urographie intraveineuse**.

Angiographie avec soustraction

Durant l'angiographie, il est souvent difficile de visualiser le produit de contraste dans les vaisseaux à cause de la superposition des structures osseuses avoisinantes. Pour contourner cet obstacle, la technique de la soustraction des images a été développée. Une ou deux images sont pratiquées avant l'injection du produit de contraste dans les vaisseaux. Ces images sont inversées de telle sorte qu'une image négative est créée à partir d'une image positive. Après l'injection du produit de contraste dans les vaisseaux, une nouvelle série de clichés sont obtenus, montrant le passage du contraste à travers les artères puis dans les veines et la circulation environnante. En ajoutant l'image négative prise avant contraste aux images positives après contraste, les os et les parties molles sont soustraits, permettant d'obtenir une image isolée du seul produit de contraste. Avant la digitalisation, cette technique était difficile mais, maintenant, l'utilisation de l'informatique permet d'obtenir régulièrement des clichés instantanés (fig. 1.5).



Figure 1.4 Opacification de l'intestin avec le sulfate de baryum.

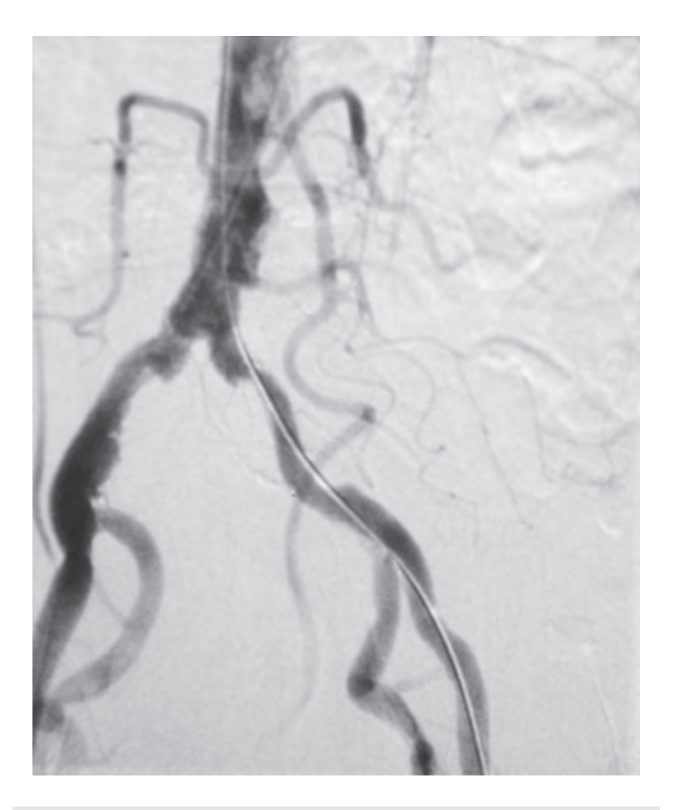


Figure 1.5 Angiographie par soustraction digitale.

Ultrasonographie ou échographie

Les ultrasons sont largement utilisés en médecine.

Les ultrasons sont des sons de haute fréquence (sans rayonnement électromagnétique) générés par des cristaux piézoélectriques. La sonde d'échographie émettrice des ultrasons peut aussi recevoir des ondes de retour venant des structures examinées (ces sondes sont donc à la fois émettrices et réceptrices). Les résultats traités par l'informatique permettent d'obtenir des images en temps réel qui s'inscrivent sur l'écran.

Les développements des techniques des ultrasons concernant les fréquences des ondes et l'utilisation des sondes ont permis une large extension des indications.

Habituellement, les ultrasons sont utilisés pour examiner l'abdomen (fig. 1.6) et plus particulièrement le fœtus chez la femme enceinte. Les ultrasons sont aussi largement utilisés pour les examens des yeux, du cou, des tissus mous et du système musculosquelettique périphérique. Des sondes peuvent être placées dans des endoscopes et les examens endoluminaux de l'œsophage, de l'estomac et du duodénum sont maintenant très fréquents. L'examen ultrasonique endocavitaire est régulièrement utilisé pour l'examen du tractus génital chez la femme en utilisant la voie vaginale. Chez les hommes, la voie transrectale est la méthode de choix pour examiner la prostate dans les cas d'hypertrophie prostatique bénigne ou de cancer.

Échographie-Doppler

L'échographie-Doppler permet d'étudier un flux liquidien, sa direction et son débit en utilisant les techniques des ultrasons. Les ondes ultrasonores sont renvoyées en écho par les structures mobiles. La variation de fréquence détermine si l'objet se déplace en s'éloignant ou en se rapprochant de la sonde au cours de son trajet. Les mesures précises du flux sanguin et de son débit sont enregistrées, et peuvent indiquer les sites éventuels d'obstructions des vaisseaux.

Tomodensitométrie ou scanner

La tomographie axiale informatisée (communément appelée CT scan [*computed tomography*] ou TDM [tomodensitométrie]) a été inventée en 1970 par Sir Godfrey Hounsfield, qui a été récompensé par l'attribution du prix Nobel de médecine en 1979. Depuis cette invention remarquable, sont apparues de nombreuses générations de scanners.

Un scanner permet d'obtenir des images du corps en coupes fines dans le plan axial. Le patient, allongé sur la table d'examen radiologique, est situé au centre d'un tube cathodique (fig. 1.7). Une série d'images sont obtenues qui seront traitées par ordinateur. La transformation mathématique complexe de la multitude d'images obtenues produit l'image finale (fig. 1.8).

Imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) nucléaire a été pour la première fois décrite en 1946 et utilisée pour déterminer les structures de molécules complexes.



Figure 1.6 Examen de l'abdomen par échographie (ultrasons).



Figure 1.7 Appareil de tomodensitométrie (scanner).

La technique de l'IRM est fondée sur les mouvements des protons libres des noyaux d'hydrogène des molécules d'eau (H_2O). Comme l'eau est présente dans presque tous les tissus biologiques, le proton d'hydrogène est idéal pour l'étude de la résonance magnétique. Les protons des noyaux d'hydrogène d'un patient peuvent être considérés comme des petites barres magnétiques orientées de façon aléatoire dans l'espace. Le patient est placé dans un champ magnétique puissant qui aligne les barres magnétiques. Une impulsion par des ondes de radiofréquence durant une très courte période provoque une déviation des barres. Pendant le temps nécessaire au retour à leur position d'origine, les protons émettent des petits signaux. La force, la fréquence et le temps mis par les protons pour revenir à leur alignement antérieur produisent un signal. Ces signaux sont analysés par un puissant ordinateur qui crée une image (fig. 1.9).

En modifiant par pondération la séquence des impulsions auxquelles les protons sont soumis, différentes propriétés peuvent être étudiées. On peut obtenir des images pondérées en T1 (fig. 1.10A) ou en T2 (fig. 1.10B). Les différences de contraste obtenues facilitent la caractérisation des tissus.

Du point de vue clinique :

- la plupart des images **pondérées en T1** montrent les fluides en noir et la graisse en blanc ; par exemple, l'IRM du cerveau montre en noir le liquide cérébrospinal ;
- les images **pondérées en T2** montrent une image claire brillante pour les fluides et un signal intermédiaire pour la graisse ; par exemple, dans le cerveau, le liquide cérébrospinal apparaîtra blanc.

L'IRM peut aussi être utilisée pour examiner la circulation des fluides des vaisseaux, et peut donner des angiogrammes de la circulation périphérique et cérébrale.



Figure 1.8 Tomodensitométrie de l'abdomen au niveau de la 2e vertèbre lombale.

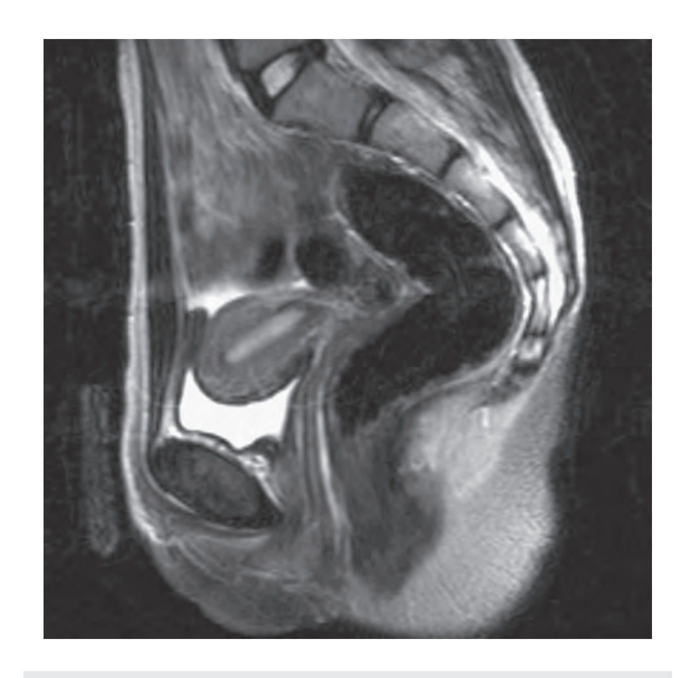


Figure 1.9 IRM pondérée en T2 dans un plan sagittal de la partie basse de l'abdomen et du pelvis chez une femme enceinte.

Imagerie pondérée par diffusion

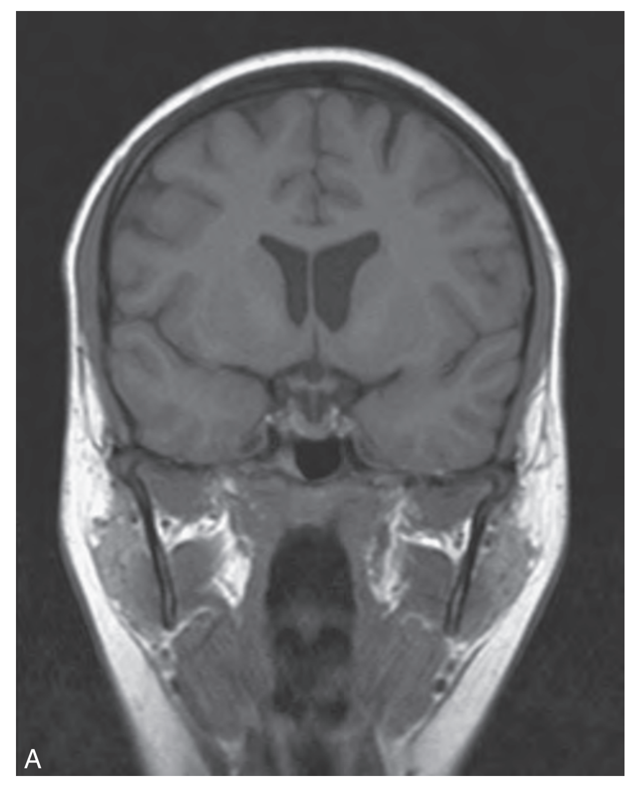
L'imagerie pondérée par diffusion fournit des informations sur le degré d'agitation brownienne des molécules d'eau dans les différents tissus. La diffusion est relativement libre dans les espaces extracellulaires et plus restreinte dans les espaces intracellulaires. Dans les tumeurs et les tissus infarcis, il existe une augmentation des molécules d'eau du liquide intracellulaire par rapport au liquide extracellulaire qui l'entoure, ce qui entraîne une restriction globale de la diffusion, et permet d'identifier le tissu anormal par rapport au tissu normal.

Scintigraphie

La scintigraphie concerne l'imagerie utilisant les rayons γ qui sont un autre type de radiation électromagnétique. La différence essentielle entre les rayons γ et les rayons X est que les rayons γ sont produits à partir du noyau d'un atome qui est instable, en désintégration, alors que les rayons X sont produits en bombardant un atome avec des électrons.

Pour qu'une région soit visualisée, le patient doit recevoir des rayons γ ayant un certain nombre de propriétés pour être efficaces, incluant :

- une demi-vie raisonnable (6 à 24 heures) ;
- un rayonnement facile à mesurer ;
- une dispersion d'énergie aussi basse que possible dans les tissus du patient.



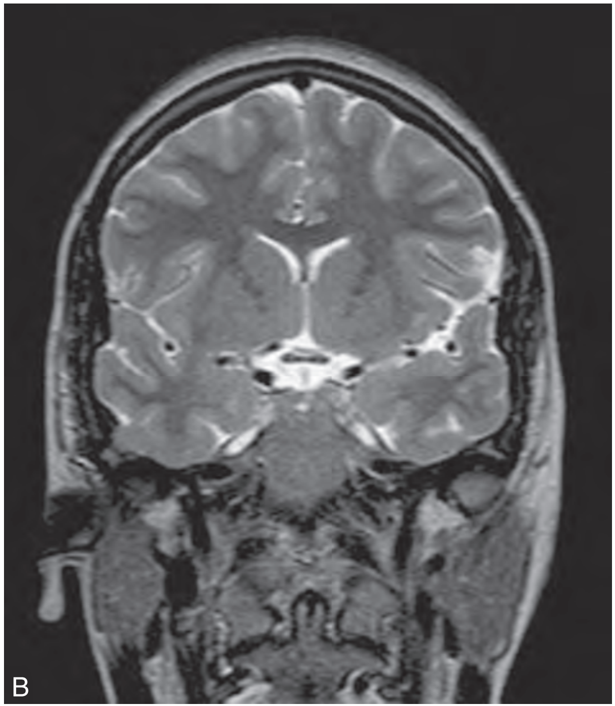


Figure 1.10 IRM du cerveau en coupe coronale pondérée en T1 (**A**) et T2 (**B**).

Le radio-isotope le plus habituellement utilisé est un sel de technétium isolé ou combiné avec d'autres molécules complexes. Par exemple, la combinaison du technétium 99m avec le diphosphonate de méthylène injecté dans le corps, le radio-isotope se fixe spécifiquement sur l'os et permet l'exploration du squelette. De même, le technétium 99m associé à d'autres composants permet l'exploration d'organes tels que l'appareil urinaire ou la circulation cérébrale.

Après injection, selon l'absorption, la distribution, le métabolisme et l'élimination du radio-isotope, des images pourront être obtenues avec une caméra à rayons γ (fig. 1.11).

Tomographie par émission de positron

Le principe physique de la tomographie par émission de positron (TEP) est fondé sur la détection du rayonnement γ issu de la désintégration des particules émises par les isotopes émetteurs de positrons. La quantité de rayonnement γ est proportionnelle à la concentration locale de l'isotope radioactif. La plupart des radionucléides utilisés sont obtenus par cyclotron et ont une demi-vie extrêmement courte.

Le radionucléide le plus communément utilisé pour la TEP est le fluorodésoxyglucose (FDG) marqué au fluor 18 (émetteur de positron). Les tissus qui métabolisent activement le glucose fixent ce composé. La concentration élevée de cette molécule comparée au voisinage est détectée comme un «point chaud».



Figure 1.11 Une caméra pour rayons γ.



La TEP est devenue une technique d'imagerie importante dans la détection du cancer, permettant l'évaluation du traitement et de la survenue des récidives.

Tomographie par émission monophotonique

La tomographie par émission monophotonique (TEMP) est une modalité d'imagerie qui détecte les rayons gamma émis par la désintégration de radionucléides injectés comme le technétium-99m, l'iode-123, ou l'iode-131. Les rayons sont détectés par une caméra rotative à 360°, qui permet la construction d'images 3D. La TEMP peut être utilisée pour le diagnostic d'un grand nombre de pathologies comme la maladie artérielle coronarienne et les fractures osseuses.

INTERPRÉTATION DES IMAGES

L'imagerie est indispensable dans la plupart des spécialités médicales pour diagnostiquer les modifications pathologiques des tissus. Il est en effet essentiel de pouvoir distinguer ce qui est normal de ce qui ne l'est pas. Les techniques d'imagerie utilisées ainsi que les variations normales des images doivent être connues pour poser un diagnostic radiologique pertinent. Sans la compréhension anatomique de la région étudiée par l'imagerie, il est impossible de se prononcer sur le caractère normal ou anormal de l'image.

Radiographie standard

Les radiographies standard sont sans aucun doute les images les plus habituelles à l'hôpital ou en pratique privée. Avant toute interprétation, il est important de connaître la technique et les incidences utilisées.

Dans la majorité des cas (à part les radiographies du thorax), le tube des rayons X est situé à un mètre du cliché. L'élément en question, par exemple la main ou le pied, est placé sur une cassette contenant le film. Le placement de l'objet pour la radiographie détermine la partie la plus proche du tube de rayons X comme première, et la partie la plus proche du film comme seconde. Par exemple, pour positionner un patient pour une radiographie de face, la partie antérieure du corps est du côté du tube et la partie postérieure est au contact du film.

Quand la radiographie est étudiée sur un négatoscope, le côté droit du patient correspond au côté gauche de l'observateur. La radiographie montre le patient en position anatomique.

Radiographie thoracique

Les radiographies du thorax sont très fréquemment demandées. Le cliché est pris en général le sujet debout, tournant le dos au tube émetteur de rayons X (radiographie postéro-antérieure [PA] du thorax).

Parfois, lorsque les patients ne peuvent se tenir debout, les clichés sont faits au lit (cliché antéropostérieur [AP]). Ces clichés sont de pratique moins fréquente. Il faut tenir compte de la position (face, profil, trois quarts) dans l'interprétation des clichés.

Les radiographies thoraciques standard doivent toujours être vérifiées au point de vue de leur qualité. Des marqueurs plombés doivent être placés sur la cassette pour orienter le cliché. Quelques patients peuvent présenter une dextrocardie qui peut être mal interprétée si le marqueur repère n'a pas été correctement placé. Une radiographie thoracique de bonne qualité montre les poumons, la silhouette cardiomédiastinale, le diaphragme, les côtes et les tissus mous avoisinants.

Radiographie abdominale

Les radiographies standard de l'abdomen sont obtenues en incidence AP, le patient couché sur le dos. Parfois, une radiographie en position debout ou en décubitus latéral est demandée lorsqu'une obstruction intestinale est suspectée.

Examens intestinaux avec contraste

Des produits de contraste à haute densité sont ingérés pour opacifier l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle et le côlon. Comme nous l'avons déjà dit plus haut, l'intestin peut être insufflé avec de l'air ou du dioxyde de carbone pour permettre une étude en double contraste. Dans beaucoup de pays, l'endoscopie a détrôné l'imagerie gastro-intestinale. Cependant, le lavement opaque au sulfate de baryum en double contraste reste un examen courant du gros intestin. Habituellement, le patient doit subir une préparation intestinale qui comprend l'utilisation de puissants purgatifs et laxatifs pour obtenir l'évacuation de l'intestin. Au moment de l'examen, une canule est introduite dans le rectum permettant l'injection de la solution de baryum. Le patient devra faire des contorsions et se mobiliser pour que le contraste injecte la totalité du gros intestin. Le contraste est évacué et, par le même tube, l'air est injecté pour insuffler le gros intestin. Une fine couche de sulfate de baryum tapisse la muqueuse normale, permettant de visualiser d'éventuelles anomalies (voir fig. 1.4).

Étude de l'appareil urinaire avec contraste

L'urographie intraveineuse est l'examen standard pour explorer l'appareil urinaire. Le produit radio-opaque est injecté et les images sont obtenues lorsque le produit de contraste est éliminé par les reins. Une série de clichés sont pratiqués durant la période allant de l'injection jusqu'à la 20e minute, lorsque la vessie contient le produit de contraste.

Cette série de radiographies montrent les reins, les uretères et la vessie, et peuvent mettre en évidence des lésions rétropéritonéales comme des tumeurs comprimant l'appareil urinaire.

Tomodensitométrie

Le terme de tomodensitométrie est couramment utilisé plutôt que celui de tomographie computérisée. Dans le langage quotidien, le terme de scanner est prédominant.

Il est important pour les étudiants de bien comprendre les images. La plupart sont obtenues dans le plan axial et vues de telle sorte que l'observateur voie chaque coupe par sa face inférieure. Les conséquences sont que :

- le côté droit du patient est sur le côté gauche du cliché ;
- la partie la plus haute du cliché (son bord supérieur) correspond à la partie antérieure de l'image.

Beaucoup de patients reçoivent le produit de contraste par voie orale ou par voie veineuse soit pour étudier le tube digestif, soit pour évaluer la vascularisation de structures anatomiques. Quand le contraste est injecté, les images les plus précoces sont celles du temps artériel. Si le délai entre l'injection et le scanner est plus long, on obtient une image du temps veineux ou une image intermédiaire.

Le grand avantage du scanner est la possibilité d'étendre ou de réduire l'échelle des gris pour mieux voir les os, les tissus mous ou les organes viscéraux. En modifiant le niveau et la largeur de la fenêtre, on peut obtenir des renseignements spécifiques de ces différentes structures.

Imagerie par résonance magnétique

Il ne fait aucun doute que l'IRM a révolutionné la compréhension et l'interprétation du cerveau et de ses enveloppes. De plus, l'IRM a considérablement modifié l'imagerie de la médecine. L'IRM présente des avantages considérables en donnant la possibilité d'obtenir des images dans tous les plans et dans de nombreuses séquences. En général, les images sont lues en utilisant les mêmes principes que le scanner. Les produits de contraste peuvent aussi être utilisés pour rehausser le contraste des images. Habituellement, les agents de contraste pour IRM contiennent des substances paramagnétiques (gadolinium).

Scintigraphie

La plupart des images de médecine nucléaire permettent des études fonctionnelles. Les images sont habituellement interprétées directement par l'ordinateur, et une série de films peuvent être obtenus pour l'usage clinique.

SÉCURITÉ ET IMAGERIE

Qu'il s'agisse d'une simple radiographie, d'un scanner ou d'une scintigraphie, une dose de radiation sera délivrée (tableau 1.1). En principe, on se donne pour but de délivrer une dose de rayonnement aussi faible que possible. De nombreuses lois règlent la quantité d'exposition aux radiations qu'un patient peut recevoir selon la procédure pour écarter le risque de tout excès. Quand un clinicien demande un examen, il doit en évaluer la justification et avoir une connaissance de la dose délivrée au patient pour être sûr que les bénéfices de l'examen dépassent de façon significative les risques.

Les ultrasons et l'IRM sont très appréciés car ils ne font courir aucun risque au patient. L'échographie utilisant les ultrasons est la technique de choix pour la surveillance des grossesses.

Tout matériel d'imagerie est coûteux, les appareils les plus complexes, par exemple l'IRM, étant évidemment les plus chers. Les indications ne doivent pas être posées à la légère mais judicieusement fondées sur un bon examen clinique justifiant la demande de l'examen.

Tableau 1.1 Doses approximatives d'irradiation par ordre croissant d'irradiation naturelle.

Examen	Dose effective moyenne (mSv)	Durée équivalente de l'irradiation naturelle
Cliché thoracique	0,02	3 jours
Abdomen	1,00	6 mois
Urographie intraveineuse	2,50	14 mois
Tomodensitométrie de la tête	2,30	1 an
Tomodensitométrie de l'abdomen et du pelvis	10,00	4,5 ans

Les grands systèmes du corps humain

SYSTÈME SQUELETTIQUE

Le squelette peut être divisé en deux sous-groupes, le squelette axial et le squelette appendiculaire. Le squelette axial est constitué par les os du crâne (cranium), la colonne vertébrale, les côtes et le sternum, alors que le squelette appendiculaire est constitué par les os des membres supérieurs et inférieurs (fig. 1.12).

L'appareil squelettique est formé de cartilage et d'os.

Cartilage

Le cartilage est un tissu conjonctif avasculaire formé par des fibres extracellulaires maintenues dans une matrice qui contient des cellules situées dans de petites cavités. La quantité et le type de fibres extracellulaires dans la matrice varient selon le type de cartilage. Dans les zones de contraintes en charge ou soumises à des contraintes de traction, la quantité de collagène est fortement augmentée et le cartilage est pratiquement inextensible. Au contraire, dans les zones de faible charge ou de faibles contraintes, le cartilage contenant des fibres élastiques et peu de fibres de collagène est commun. Les fonctions du cartilage sont :

- le soutien de tissus mous ;
- la constitution de surfaces de glissement, lisses, pour les articulations entre les os ;
- le développement et la croissance des os longs.

Il y a trois types de cartilage :

- hyalin : le plus commun ; la matrice contient une quantité modérée de fibres de collagène (par exemple les surfaces articulaires des os) ;
- élastique : la matrice contient des fibres de collagène allongées avec un grand nombre de fibres élastiques (telle l'oreille externe) ;
- fibrocartilage : la matrice contient un nombre limité de cellules et de substance fondamentale au sein d'une quantité de fibres de collagène (comme le disque intervertébral).

Le cartilage est nourri par diffusion et n'a pas de vaisseaux sanguins, de lymphatiques ou de nerfs.

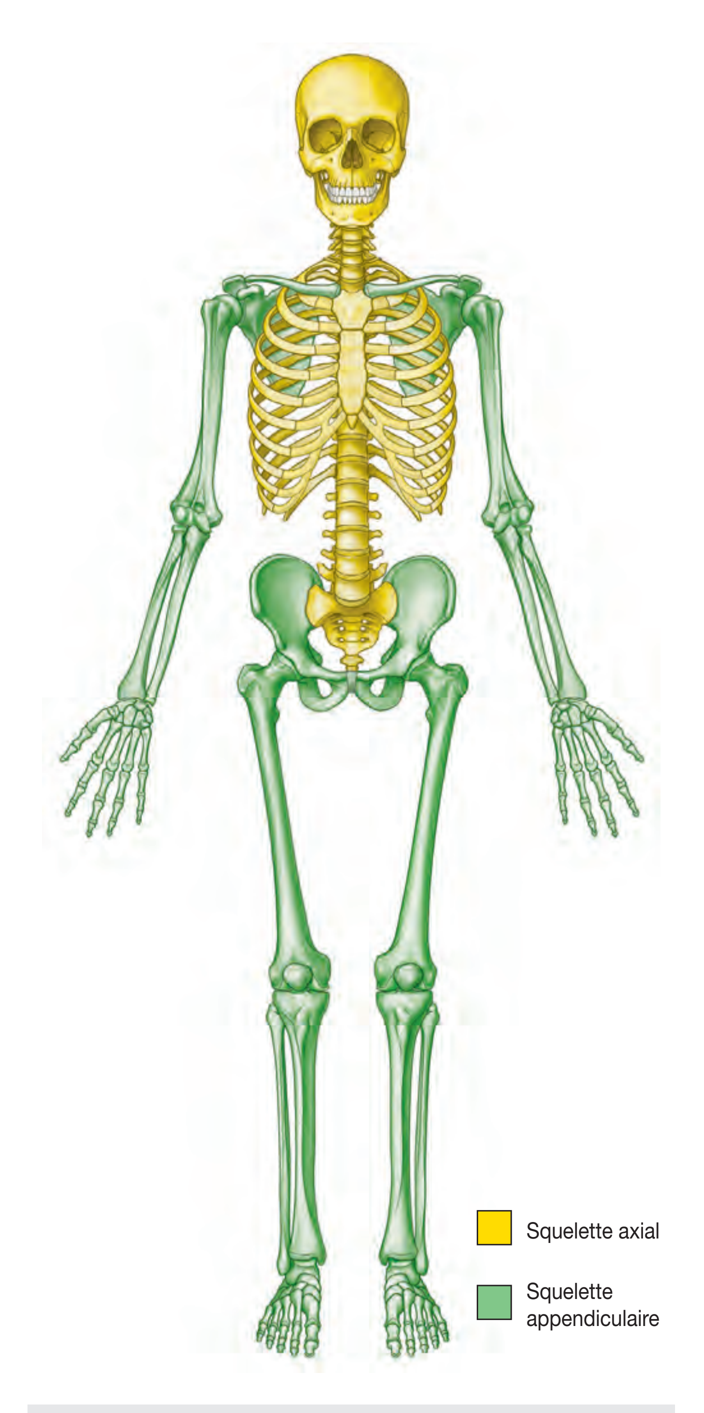


Figure 1.12 Le squelette axial et le squelette appendiculaire.

Os

L'os est un tissu conjonctif vivant calcifié qui forme l'essentiel du squelette. Il est constitué d'une matrice intercellulaire calcifiée, qui contient aussi des fibres de collagène, et de plusieurs types de cellules dans la matrice. Les fonctions de l'os sont les suivantes :

- soutien des structures du corps ;
- protection des organes vitaux ;
- réservoir de calcium et de phosphore ;
- levier sur lequel les muscles agissent pour produire des mouvements ;
- contenant des cellules hématopoïétiques.

Il y a deux types d'os, compact et spongieux (trabéculaire). L'os compact est dense et forme la corticale périphérique de tous les os, et entoure l'os spongieux. L'os spongieux est formé de spicules d'os entourant des cavités qui contiennent les cellules hématopoïétiques (moelle osseuse). Les os sont classifiés selon leur forme.

- Les os longs sont tubulaires (par exemple l'humérus dans le membre supérieur, le fémur dans le membre inférieur).
- Les os courts sont cuboïdes (comme les os du poignet et de la cheville).
- Les os plats sont formés de deux lames d'os compact séparées par de l'os spongieux (par exemple le crâne).
- Les os irréguliers sont des os de formes variables (comme les os de la face).
- Les os sésamoïdes sont des os ronds ou ovales développés dans les tendons.

En clinique

Os accessoires et sésamoïdes

Des os accessoires n'appartiennent pas au squelette normal, mais peuvent être présents comme des variantes normales chez de nombreuses personnes. Ils sont typiquement vus dans de nombreux sites comme les poignets et les mains, les chevilles et les pieds (fig. 1.13). Ils ne doivent pas être confondus avec des fractures en imagerie.

Les os sésamoïdes sont inclus dans des tendons ; le plus grand d'entre eux est la patella. Il y a beaucoup d'autres sésamoïdes, particulièrement dans les tendons des mains et des pieds, et plus fréquemment dans les tendons fléchisseurs du pouce et de l'hallux.

Les remaniements dégénératifs et inflammatoires, ainsi que les contraintes mécaniques, des os accessoires et sésamoïdes peuvent provoquer des douleurs, qui peuvent être traitées par de la kinésithérapie et des injections ciblées de stéroïdes, mais dans certains cas sévères, il peut être nécessaire de réséquer l'os.





Figure 1.13 Os sésamoïdes et accessoires. **A.** Radiographie de la cheville montrant un os accessoire (os trigone). **B.** Radiographie du pied montrant de nombreux os sésamoïdes et accessoires (os naviculaire).



Les os sont vascularisés et innervés. Généralement une artère adjacente donne une artère nutritive, habituellement une par os, qui entre directement dans la cavité interne de l'os et vascularise la moelle, l'os spongieux, et les couches profondes de l'os compact. De plus, tous les os sont recouverts en périphérie, à l'exception de la zone où le cartilage est présent, par un tissu conjonctif fibreux appelé le périoste, qui a pour rôle unique la formation d'os. Cette membrane reçoit des vaisseaux sanguins dont les branches vascularisent les couches périphériques de l'os compact. Un os dépourvu de son périoste ne peut survivre. Les nerfs accompagnent les vaisseaux qui irriguent l'os et le périoste. La plupart des nerfs qui entrent dans la cavité interne avec l'artère nutritive sont des fibres vasomotrices qui régulent le flux sanguin. L'os lui-même a peu de fibres sensitives. Par ailleurs, le périoste est innervé par de nombreuses fibres nerveuses sensitives et est très sensible à tout type de lésion.

Sur le plan du développement, tous les os proviennent du mésenchyme soit par ossification endomembranaire, dans laquelle les ébauches mésenchymateuses de l'os s'ossifient, soit par ossification endochondrale, dans laquelle des ébauches cartilagineuses de l'os sont formées à partir du mésenchyme et évoluent vers l'ossification.

En clinique

Détermination de l'âge osseux

Au cours de la vie les os se développent de manière prédictible pour former le squelette adulte à la fin de la puberté. Dans les pays occidentaux, la maturité squelettique survient en règle entre les âges de 20 et 25 ans. Cependant, ceci peut varier en fonction des conditions géographiques et socioéconomiques. La maturité squelettique sera aussi déterminée par des facteurs génétiques et des états pathologiques.

Jusqu'à l'âge de la maturité squelettique, la croissance et le développement des os suivent une succession d'états ordonnés prédictibles, qui peuvent être mesurés par échographie, radiographies, ou coupes tomodensitométriques. Typiquement, la main non dominante (gauche) est radiographiée, et la radiographie est comparée à une série de radiographies standard. L'âge osseux peut être déterminé à partir de ces images (fig. 1.14).

Au cours de certains états pathologiques, comme la malnutrition et l'hypothyroïdie, la croissance osseuse peut être ralentie. Si l'âge osseux est significativement réduit par rapport à l'âge civil du patient, un traitement peut être nécessaire.

Chez les individus en bonne santé l'os traduit précisément l'âge réel du patient. Cela est important pour la détermination de l'âge exact du patient. Ce point a peut avoir une importance médico-légale.

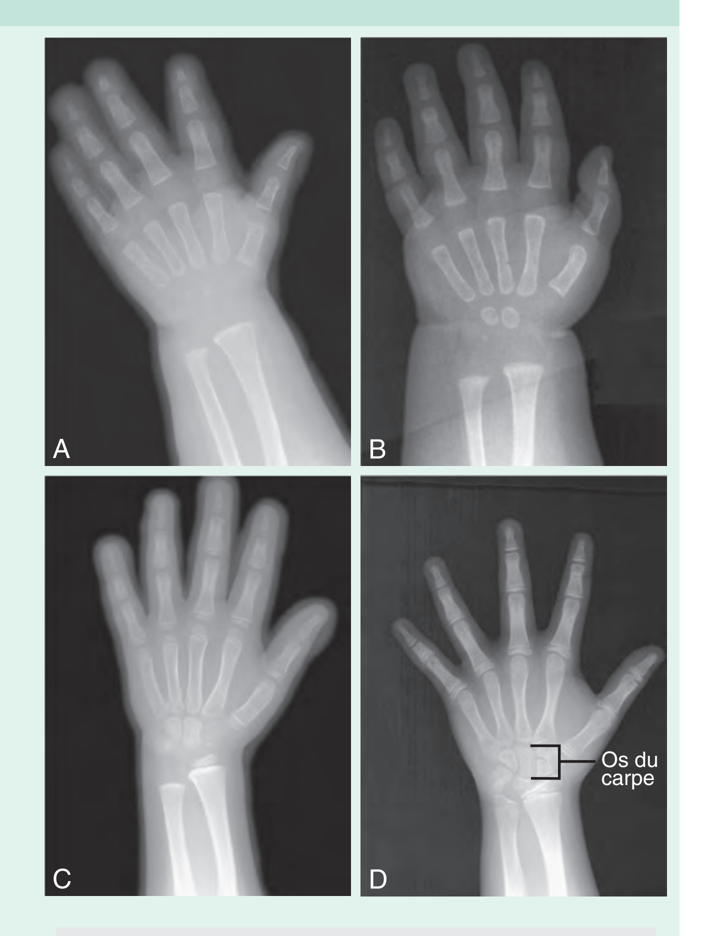


Figure 1.14 Une série radiographique de développement osseux montrant l'ossification progressive des os du carpe (poignet) de 3 ans (**A**) à 10 ans (**D**).

En clinique

Greffe de moelle osseuse

La moelle osseuse assure une fonction importante. Il y a deux types de moelle osseuse, la moelle rouge (également appelée tissu myéloïde) et la moelle jaune. Les globules rouges, les plaquettes, et la plupart des globules blancs proviennent de la moelle rouge. Dans la moelle jaune, quelques globules blancs sont produits ; cependant, cette moelle est dominée par de grandes cellules adipeuses (qui lui confèrent son apparence jaune) (fig. 1.15).

Dès la naissance, l'essentiel de la moelle du corps est rouge ; cependant, lorsque le sujet vieillit, de plus en plus de moelle rouge est convertie en moelle jaune dans la cavité médullaire des os longs et plats.

La moelle osseuse contient deux types de cellules souches. Les cellules hématopoïétiques sont à l'origine des globules blancs, des globules rouges et des plaquettes. Les cellules mésenchymateuses se différencient pour former les structures osseuses, cartilagineuses et musculaires.

De nombreuses maladies peuvent concerner la moelle osseuse, incluant des processus infectieux et malins. Chez des patients qui présentent un processus malin de la moelle osseuse (par exemple une leucémie), il est possible de prélever des cellules non malignes de la moelle osseuse du patient ou des cellules de la moelle osseuse d'un autre patient. Les cellules du patient peuvent être détruites par chimiothérapie ou irradiation, et les nouvelles cellules perfusées. Cela constitue le principe de la greffe de moelle.



Figure 1.15 L'image pondérée en T1 dans le plan coronal montre un signal d'intensité relativement élevée renvoyé par les têtes fémorales et la partie proximale des cols fémoraux, constitués de moelle jaune. Chez ce jeune patient, les vertèbres renvoient un signal sombre intermédiaire qui correspond à la moelle rouge. Il y a relativement peu de graisse dans ces vertèbres, ce qui explique le retour d'un signal plus faible.

En clinique

Fractures osseuses

Les fractures peuvent concerner des os sains du fait de contraintes exagérées supérieures à la limite de rupture (fig. 1.16A). Les fractures peuvent aussi concerner des os de faible qualité (ostéoporose) ; dans ces cas, une contrainte normale est appliquée à l'os qui n'a pas la résistance nécessaire et se rompt.

Chez l'enfant dont l'os est en croissance, les fractures peuvent concerner la plaque de croissance ou la diaphyse. Ces fractures diaphysaires provoquent classiquement la rupture partielle de la corticale, comparable à la rupture d'une branche d'un arbre jeune ; c'est pourquoi elles sont appelées fractures en bois vert.

Entre les fragments fracturaires, un caillot sanguin se forme dans lequel des néovaisseaux se développent. Une matrice en forme de gelée est formée, et la migration des cellules productrices de collagène peut survenir. Sur cette trame de tissu mou, l'hydroxyapatite est produite par les ostéoblastes et forme des cristaux insolubles, ce qui aboutit à la constitution d'une matrice osseuse. Lorsque l'os produit est suffisant, un cal osseux est visible formant un pont de part et d'autre du foyer de fracture.

Le traitement des fractures nécessite la réduction du foyer de fracture. Si la réduction ne peut être maintenue par contention externe (plâtre ou résine), une fixation par ostéosynthèse interne ou externe par vis ou fiches métalliques doit être utilisée (fig. 1.16B).



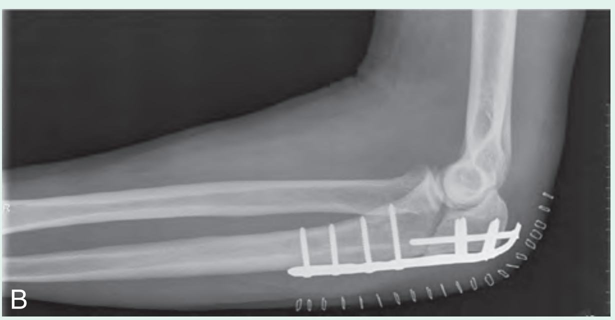


Figure 1.16 Radiographie, en vue latérale, montrant une fracture de l'ulna au coude (**A**) et la réparation de cette fracture (**B**) par fixation interne par une plaque et de multiples vis.

En clinique

Nécrose avasculaire

La nécrose avasculaire est la mort des cellules osseuses consécutive à l'interruption temporaire ou permanente de l'apport sanguin. La nécrose avasculaire peut survenir dans différentes pathologies, et parfois sans cause clairement identifiée. Le site classique de la nécrose avasculaire est la fracture du col fémoral chez les patients âgés. Chez ces patients, il existe une perte de continuité du flux sanguin cortical et médullaire, avec interruption du flux sanguin profond pour les fibres rétinaculaires. Cela conduit à l'ischémie de la tête fémorale ; l'évolution se poursuit vers la nécrose et l'effondrement (fig. 1.17). Chez ces patients, il est nécessaire de remplacer la tête fémorale par une prothèse.

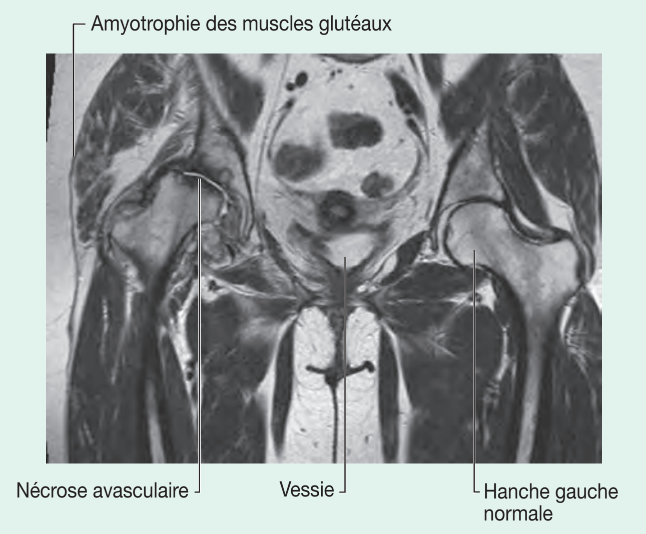


Figure 1.17 Image des hanches montrant la perte de hauteur de la tête fémorale droite avec sclérose juxta-articulaire et géodes subchondrales secondaires à la nécrose avasculaire. Il y a une amyotrophie significative des muscles de la hanche, secondaire au défaut d'utilisation dû à la douleur.

En clinique

Fractures épiphysaires
Au cours du développement du squelette, il existe des pics de croissance autour de l'âge de 7 à 10 ans, et plus tard à la puberté. Ces pics de croissance sont associés à une augmentation de l'activité cellulaire autour de la plaque de croissance entre la tête et la diaphyse de l'os. Cette augmentation d'activité rend la plaque de croissance et la métaphyse encore plus vulnérables aux traumatismes, qui peuvent provoquer des séparations au niveau de la plaque de croissance ou des fractures dont le trait traverse la plaque de croissance. Parfois, un traumatisme peut provoquer une compression de la plaque de croissance, détruisant une région de la plaque de croissance, ce qui peut conduire à une asymétrie de fin de croissance de l'articulation concernée. Toutes les fractures qui concernent la plaque de croissance doivent être traitées avec précaution et compétence, et nécessitent une réduction parfaite urgente.

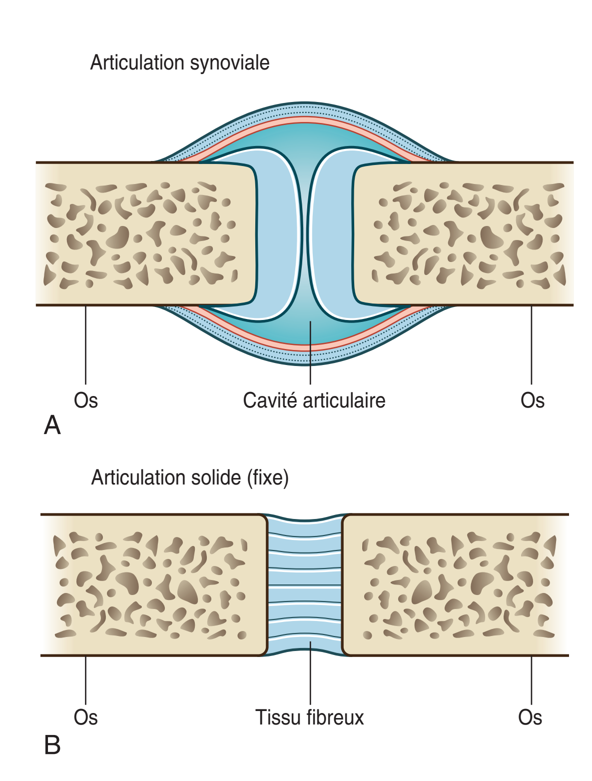


Figure 1.18 Articulations. **A.** Articulation synoviale. **B.** Articulation à mobilité réduite.

Articulations

La structure correspondant à l'union de deux segments osseux est appelée articulation. Les deux grandes catégories d'articulations sont (fig. 1.18) :

- celles dans lesquelles les deux segments osseux sont séparés par une cavité (c'est-à-dire les **articulations synoviales**) ;
- celles qui n'ont pas de cavité et dans lesquelles les segments sont maintenus par du tissu fibreux (c'est-à-dire les **articulations fixes** ou fibrocartilagineuses).

Les vaisseaux qui croisent une articulation et les nerfs innervant les muscles mobilisant l'articulation donnent habituellement des rameaux spécifiques destinés à cette articulation.

Articulations synoviales

Ces articulations relient des segments osseux séparés par une cavité articulaire étroite (fig. 1.19). Les autres caractéristiques de ces articulations sont décrites ci-après.

La première est la présence d'une couche de cartilage, le plus souvent un **cartilage hyalin**, qui recouvre les surfaces articulaires. Ainsi, les surfaces osseuses ne sont pas directement en contact l'une avec l'autre. Par conséquent, sur une radiographie standard, un large espace sépare les segments osseux, car le cartilage qui recouvre les surfaces articulaires est moins radio-opaque que l'os.

La deuxième caractéristique des articulations synoviales est la présence d'une capsule articulaire constituée d'une membrane synoviale interne et d'une membrane fibreuse extérieure.

- La **membrane synoviale** est attachée sur les berges des surfaces articulaires, à la limite entre le cartilage et l'os. Elle limite la cavité articulaire. Cette membrane synoviale est très vascularisée et sécrète le liquide synovial dans la cavité articulaire dont le rôle essentiel est de lubrifier les surfaces articulaires. Des bourses séreuses sont également retrouvées en dehors des articulations, constituant des bourses synoviales ou des gaines tendineuses. Les bourses synoviales s'interposent habituellement entre des tendons et des os, limitant les frottements entre ces structures adjacentes. Les gaines tendineuses entourent les tendons et en diminuent les forces de frottement.
- La **membrane fibreuse** est constituée de tissu fibreux dense. Elle entoure et stabilise l'articulation. Des zones de cette membrane s'épaississent pour former des ligaments qui stabilisent davantage l'articulation. Des ligaments autour de l'articulation viennent habituellement parfaire la stabilité mécanique de l'articulation.

Une autre caractéristique des articulations synoviales est l'existence au sein de l'articulation de structures contenues dans la capsule, tels des **ménisques articulaires** (composés de fibrocartilage), de la graisse articulaire (**pannicule adipeux**) ou des **tendons**. Les ménisques articulaires absorbent les forces de compression, assurent la congruence articulaire en s'adaptant aux contours articulaires lors des mouvements et augmentent les amplitudes articulaires. La graisse articulaire se situe habituellement entre la membrane synoviale



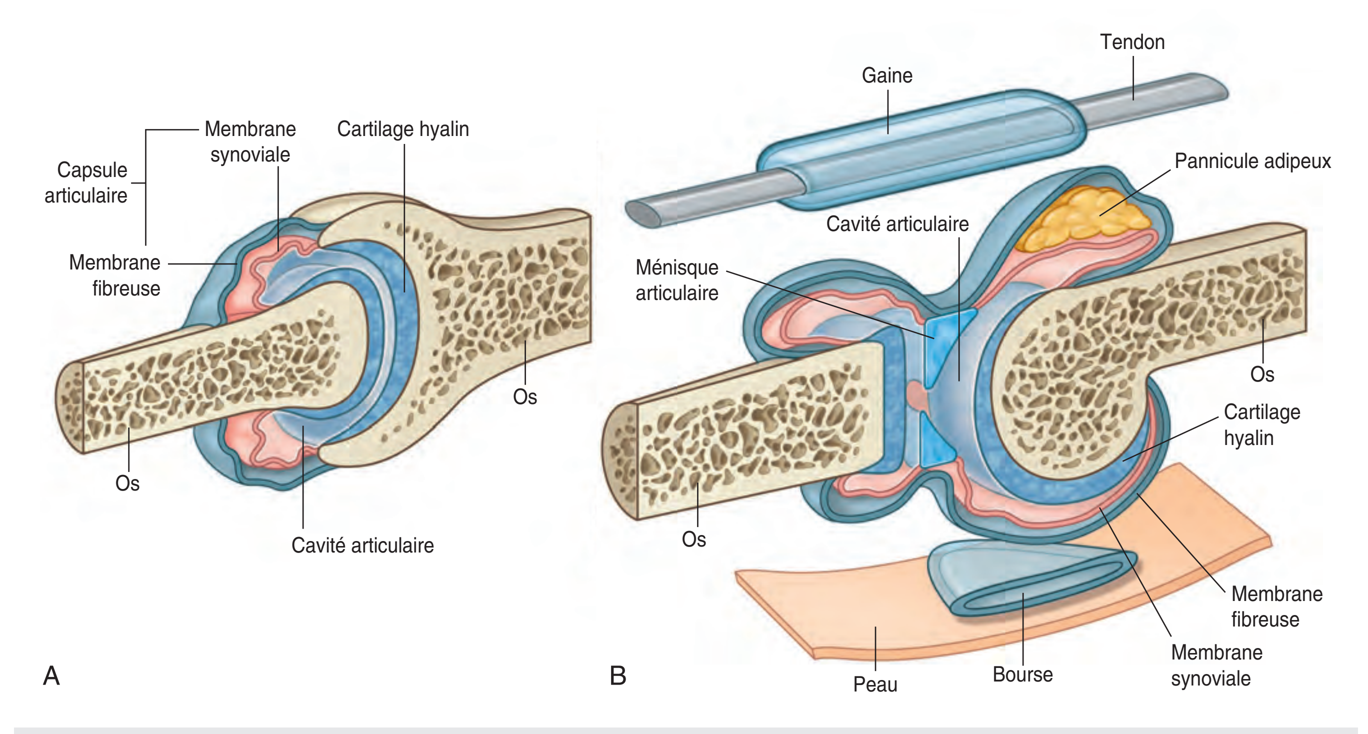


Figure 1.19 Articulations synoviales. **A.** Structures principales d'une articulation synoviale. **B.** Structures accessoires associées à des articulations synoviales.

et la capsule, et se déplace au sein de l'articulation lors des mouvements. Les replis de la membrane synoviale et de la membrane fibreuse assurent les grandes amplitudes articulaires.

Description des articulations synoviales selon leur forme et leurs mouvements

Les articulations synoviales sont décrites selon leur forme et leurs mouvements :

- selon la forme des surfaces articulaires, ces articulations sont dites planes, charnières, pivots, bicondyliennes (deux sites de contact articulaire), condyliennes (en ellipse), en selle et énarthroses ;
- selon les mouvements des articulations synoviales, on parle d'articulation monoaxiale (mouvement dans un seul plan), à deux plans de mobilité, ou multiaxiale (mouvement dans trois plans).

Les articulations charnières sont monoaxiales alors que les articulations de type énarthroses sont multiaxiales.

Types spécifiques d'articulations synoviales (fig. 1.20)

- Les articulations planes permettent les mouvements de glissement lors du déplacement d'un os par rapport à l'autre (par exemple articulation acromioclaviculaire).
- Les articulations à charnière permettent le mouvement autour d'un axe qui passe transversalement dans l'articulation ; cela autorise les mouvements de flexion et d'extension (par exemple articulation huméro-ulnaire du coude).
- Les articulations à pivot permettent le mouvement autour d'un axe qui est parallèle à l'axe du corps d'un os (par exemple articulation atlanto-axoïdienne).
- Les articulations bicondyliennes autorisent un mouvement autour d'un seul axe et limitent les possibilités de rotation autour d'un second axe ; elles sont formées de deux condyles convexes qui s'articulent avec des surfaces concaves ou plates (par exemple articulation du genou).
- Les articulations condyliennes (ellipsoïdes) permettent le mouvement autour de deux axes orthogonaux ; elles autorisent la flexion, l'extension, l'abduction et la circumduction (limitée) (par exemple articulation du poignet).
- Les articulations en selle permettent le mouvement autour de deux axes orthogonaux ; les articulations en forme de selle autorisent la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction et la circumduction (par exemple articulation carpométacarpienne du pouce).
- Les articulations sphéroïdes, par emboîtement d'une sphère pleine dans une sphère creuse, permettent le mouvement autour d'axes multiples ; elles autorisent la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction, la circumduction et la rotation (par exemple articulation de la hanche).

Articulations à mobilité réduite

Les articulations à mobilité réduite relient des structures squelettiques par un tissu fibreux interstitiel ou par un cartilage, le plus souvent de type fibrocartilagineux (fig. 1.21). Les mouvements de ces articulations sont plus réduits que pour les articulations synoviales.

Les **articulations fibreuses** incluent les sutures crâniennes, les gomphoses et les syndesmoses :

- les **sutures** ne se rencontrent qu'au niveau du crâne et relient les pièces osseuses entre elles par une fine couche de tissu fibreux appelé ligament sutural ;
- les **gomphoses** fixent les dents à l'os adjacent. Pour ces articulations, les fibres collagènes du ligament périodontal s'étendent entre la racine de la dent et la loge osseuse ;
- les **syndesmoses** sont des articulations dans lesquelles deux segments osseux adjacents sont reliés par un ligament, par exemple par le ligament jaune (ou ligamentum flavum) qui relie les lames vertébrales entre elles, ou par la membrane interosseuse qui relie le radius et l'ulna à l'avant-bras.

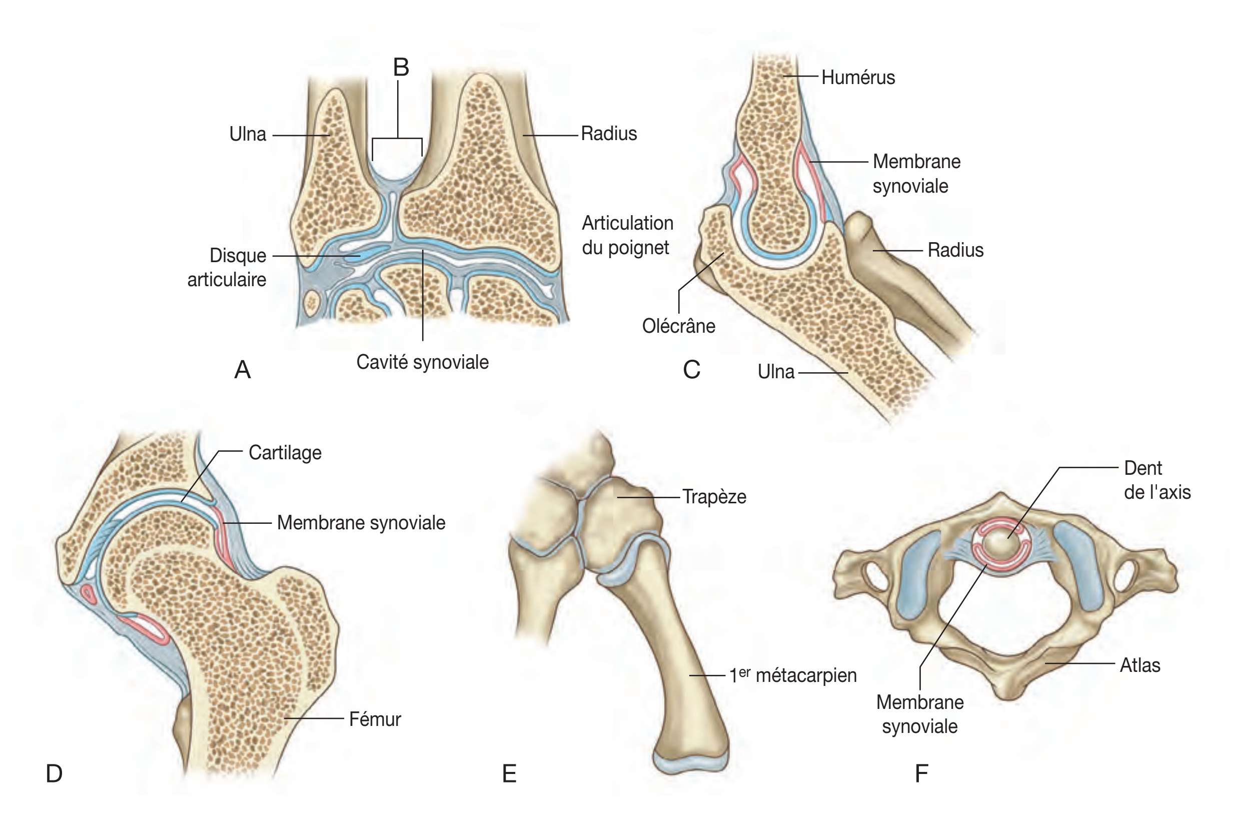


Figure 1.20 Différents types d'articulations synoviales. **A.** Condylienne (poignet). **B.** À glissement (radio-ulnaire). **C.** À charnière (coude). **D.** Sphéroïde (hanche). **E.** En selle (carpométacarpienne du pouce). **F.** Pivot (atlanto-axoïdienne).

Figure 1.21 Articulations à mobilité réduite.

Les articulations cartilagineuses comprennent les synchondroses et les symphyses :

- les **synchondroses** relient deux centres d'ossification d'un segment osseux entre eux. C'est le cartilage qui relie ces centres : par exemple le cartilage de croissance entre la tête et la diaphyse des os longs en croissance – ces articulations assurent la croissance et finissent par s'ossifier définitivement ;
- les **symphyses** relient entre eux deux os par l'intermédiaire d'un cartilage – la plupart de ces articulations se trouvent sur la ligne médiane : la symphyse pubienne entre deux os du pelvis, un disque intervertébral entre deux vertèbres.

En clinique

Pathologie articulaire dégénérative

La pathologie articulaire dégénérative est communément appelée l'arthrose. Les lésions sont liées à l'âge mais ne sont pas dues à l'âge. Classiquement, il existe une diminution du contenu en eau et en protéoglycanes dans le cartilage. Le cartilage devient plus fragile et plus exposé aux fissures mécaniques (fig. 1.22). Lorsque le cartilage est en charge, l'os subchondral se fissure et s'amincit. Le liquide synovial peut être poussé dans ces fissures qui apparaissent à la surface de l'os, et produire des kystes. Par la suite, des nodules réactionnels d'os juxta-articulaire se forment (ostéophytes) (fig. 1.23). Simultanément, une légère déformation s'installe et vient modifier les contraintes biomécaniques appliquées à l'articulation. Cela conduit à la création de contraintes anormales qui vont majorer l'usure articulaire.

Aux États-Unis, l'arthrose représente plus d'un quart des consultations primaires et constitue un problème de santé publique.

L'étiologie de l'arthrose n'est pas claire ; cependant, celle-ci peut être secondaire à d'autres pathologies comme la polyarthrite rhumatoïde et l'infection. La surutilisation et l'application de contraintes anormales, comme chez les sportifs, provoque souvent des lésions chroniques d'arthrose.

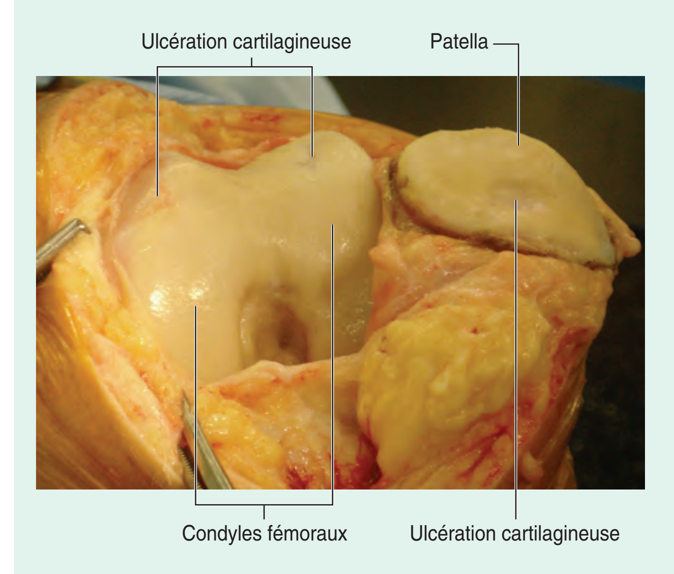


Figure 1.22 Cette photographie peropératoire montre les zones localisées d'ulcération cartilagineuse de la patella et des condyles fémoraux dans l'articulation du genou.



Figure 1.23 Radiographie montrant la perte de hauteur de l'espace articulaire dans le compartiment médial et la présence de petits ostéophytes à la face médiale de l'articulation.

Différents traitements sont disponibles, associant la perte pondérale, l'exercice physique, les médicaments anti-inflammatoires, et le remplacement articulaire (fig. 1.24).

Arthroscopie

L'arthroscopie est une technique de visualisation de la cavité d'une articulation par l'usage d'un petit télescope introduit à travers une petite incision cutanée. L'arthroscopie peut être pratiquée dans la plupart des articulations. Cependant, elle est plus souvent utilisée dans le genou, l'épaule, la cheville et la hanche.

L'arthroscopie permet au chirurgien d'observer la cavité d'une articulation et son contenu. Notamment, dans le genou, les ménisques et les ligaments sont aisément vus, et il est possible d'utiliser des points d'entrée séparés et des instruments spécifiques pour enlever des ménisques ainsi que réparer les ligaments croisés. Les avantages de l'arthroscopie résident dans l'utilisation de petites incisions cutanées, ce qui permet aux patients une récupération rapide et un retour précoce à une activité normale, et dans l'utilisation d'une anesthésie légère ou régionale.



Figure 1.24 Après arthroplastie de remplacement du genou. La radiographie montre la position de la prothèse.

En clinique

Remplacement articulaire

Un remplacement articulaire peut être proposé pour plusieurs raisons. Le plus souvent, il s'agit d'une pathologie articulaire dégénérative et d'une destruction articulaire. Les articulations qui présentent des états dégénératifs avancés ou une perte de leur fonction normale sont douloureuses. Chez certains patients, la douleur peut être tellement intense qu'elle les empêche de quitter leur domicile et les contraint à restreindre leurs activités aux gestes minimaux et non douloureux.

Les grandes articulations sont communément affectées : hanche, genou, épaule. Cependant, avec le développement des prothèses articulaires et des techniques chirurgicales, même les petites articulations comme celles des doigts peuvent être prises en charge.

Classiquement, les deux côtés de l'articulation sont remplacés ; dans la hanche, l'acétabulum peut être fraisé, et une cupule en polyéthylène ou en métal peut être implantée. Le composant fémoral pourra être précisément adapté au fémur et cimenté en place (fig. 1.25).

La plupart des patients retirent un grand bénéfice fonctionnel du remplacement articulaire et poursuivent une vie active par la suite. Chez une minorité de patients qui ont été opérés avec implantation d'un composant acétabulaire métallique et d'un composant fémoral métallique, une réaction lymphocytaire et vasculaire peut survenir, possiblement causée par la libération des ions métalliques dans les tissus voisins. Ces patients ont souvent des douleurs chroniques et peuvent nécessiter une nouvelle intervention chirurgicale pour remplacer ces implants avec des prothèses plus fiables.

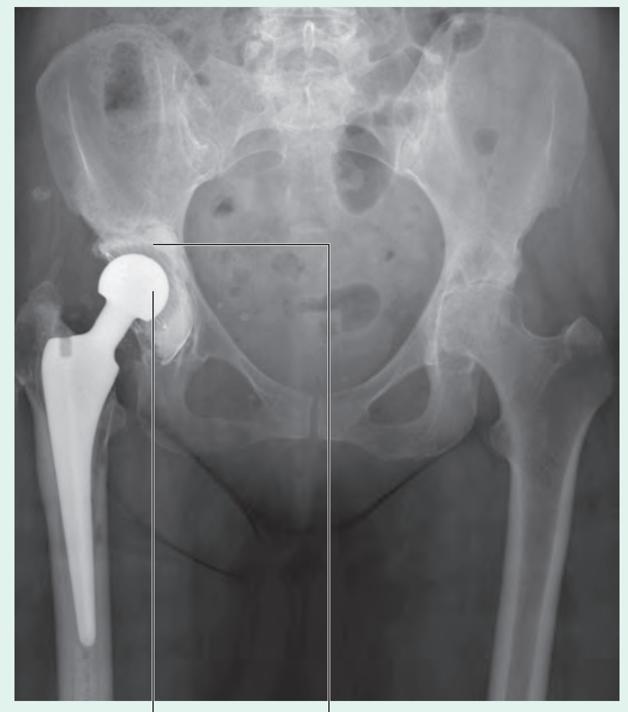


Figure 1.25 Radiographie de face du bassin après remplacement articulaire de la hanche droite. Les remaniements dégénératifs de la hanche gauche nécessiteront aussi une chirurgie de remplacement.

PEAU ET FASCIAS

Peau

La peau est le plus grand organe du corps humain. Elle est constituée par l'épiderme et le derme. L'épiderme est la couche cellulaire externe, formée par un épithélium stratifié squameux, qui est avasculaire et d'épaisseur variable. Le derme est une couche basale dense de tissu conjonctif et vasculaire.

La peau a une fonction de barrière mécanique et perméable, et un rôle d'organe sensitif et thermorégulateur. Elle peut aussi déclencher la réponse immunitaire primaire.

Fascia

Le fascia est un tissu conjonctif qui contient une quantité variable de tissu adipeux, et qui sépare, soutient et relie entre eux des organes et des structures, permettant les mouvements relatifs d'une structure par rapport à une autre, et autorisant le passage des nerfs et des vaisseaux d'une région à une autre. Il y a deux catégories générales de fascia : superficiel et profond.

- Le fascia superficiel (sous-cutané) est situé immédiatement sous le derme de la peau auquel il est attaché. Il est formé de tissu conjonctif lâche qui contient en règle une grande quantité de graisse. L'épaisseur du fascia superficiel (tissu sous-cutané) varie considérablement d'une région à l'autre et d'un individu à l'autre. Le fascia superficiel permet le mouvement de la peau par rapport aux zones plus profondes du corps, sert de support pour les vaisseaux et les nerfs qui se dirigent vers la peau ou qui en proviennent, et constitue un réservoir d'énergie (tissu adipeux).
- Le fascia profond est habituellement formé de tissu conjonctif dense et organisé. La couche externe du fascia profond est attachée à la face profonde du fascia superficiel et forme un tissu fin de recouvrement pour l'ensemble de la région plus profonde du corps. Des prolongements internes de ce fascia forment des septums intermusculaires qui regroupent dans des compartiments des muscles dont les fonctions et l'innervation sont similaires. D'autres prolongements entourent des muscles individuellement et des groupes de vaisseaux et de nerfs, formant une gaine fasciale. À proximité de certaines articulations, le fascia profond s'épaissit pour former des rétinaculums. Ces rétinaculums fasciaux maintiennent les tendons en place et les empêchent de prendre la corde au cours des mouvements des articulations. Enfin, une couche de fascia profond sépare la membrane qui entoure la cavité abdominale (le péritoine pariétal) du fascia qui recouvre la face profonde des muscles de la paroi abdominale (fascia transversalis). Cette couche est considérée comme un **fascia extrapéritonéal**. Une couche de fascia similaire dans le thorax constitue le **fascia endothoracique**.

En clinique

L'importance des fascias

Un fascia est une fine couche de tissu qui entoure les muscles, les os, les organes, les nerfs et les vaisseaux sanguins, et est souvent ininterrompue comme une structure en 3D entre les tissus. Le fascia constitue un soutien important pour les tissus et peut former une limite entre différentes structures.

Cliniquement, les fascias sont extrêmement importants parce qu'ils limitent souvent l'extension des infections ou des maladies malignes. Lorsqu'une infection ou un processus malin dépasse un plan fascial, une prise en charge chirurgicale nécessite une dissection plus extensive pour faire l'exérèse complète de la tumeur ou de l'infection dans la zone considérée.

Un exemple typique de loge fasciale est représenté par le fascia qui entoure le muscle psoas. L'infection d'un corps vertébral secondaire à une tuberculose peut s'étendre latéralement dans le muscle psoas. Le pus diffuse dans le muscle psoas, mais cette extension est limitée par le fascia du psoas qui entoure le muscle et s'étend distalement vers le pli inguinal en passant sous le ligament inguinal.

En clinique

Topographie des incisions cutanées et cicatrisation

Les incisions cutanées chirurgicales sont idéalement placées le long des lignes de Langer, qui sont des lignes de tension cutanée qui correspondent à l'orientation des fibres de collagène du derme. Elles tendent à se diriger dans la même direction que les fibres musculaires sous-jacentes, et les incisions faites le long de ces lignes tendent à mieux cicatriser avec moins de traces. En revanche, les incisions perpendiculaires aux lignes de Langer sont plus exposées à une cicatrisation plus volumineuse, et peuvent nécessiter l'exérèse d'une cicatrice indurée, hypertrophique ou chéloïde.

SYSTÈME MUSCULAIRE

Le système musculaire est souvent considéré comme constitué d'un seul type de muscle correspondant au muscle squelettique. Cependant, il existe deux autres types de muscle dans le corps, le muscle lisse et le muscle cardiaque, qui sont d'importants constituants d'autres systèmes. Ces trois types de muscles sont caractérisés par leur commande volontaire ou involontaire, leur aspect strié ou lisse, et leur association avec la paroi du corps (muscle somatique), ou avec des organes et des vaisseaux sanguins (muscle viscéral).

- Le muscle squelettique forme l'essentiel du tissu musculaire du corps. Il est constitué de faisceaux parallèles de fibres

longues, multinucléées, réunies par des ponts transversaux, est capable de contractions puissantes, et est innervé par des nerfs moteurs somatiques et branchiaux. Ce muscle mobilise les os et d'autres structures, assure le soutien et forme les reliefs du corps. Les muscles squelettiques individualisés sont souvent nommés d'après leur forme (par exemple muscles rhomboïdes), leurs insertions (muscle sternohyoïdien), leur fonction (muscle long fléchisseur du pouce), leur position (muscle interosseux palmaire), ou l'orientation des fibres (muscle oblique externe).

- Le muscle cardiaque est un muscle strié qui n'est présent que dans la paroi de muscle du cœur (myocarde) et dans certains des gros vaisseaux au contact de leur jonction avec le cœur. Il est constitué d'un réseau de fibres individuelles liées électriquement et mécaniquement pour travailler comme une unité. Ses contractions sont moins puissantes que celles des muscles squelettiques et il est résistant à la fatigue. Le muscle cardiaque est innervé par des nerfs moteurs viscéraux.
- Le muscle lisse (absence de ponts) est formé de fibres allongées ou fusiformes ; il est capable de contractions lentes et prolongées. Il est présent dans les parois des vaisseaux sanguins (tunique moyenne [media]), associé aux follicules pileux de la peau, localisé dans le globe oculaire, et dans les parois des appareils gastro-intestinal, respiratoire, glandulaire et urogénital. Le muscle lisse est innervé par des nerfs moteurs viscéraux.

En clinique

Paralysie musculaire

La paralysie musculaire est l'incapacité de contracter un muscle ou un groupe de muscles, et peut être associée à d'autres déficits neurologiques, comprenant un déficit sensitif. Les principales causes sont les accidents vasculaires cérébraux, les traumatismes, la poliomyélite et les facteurs iatrogènes. La paralysie peut être due à des anomalies cérébrales, de la moelle spinale, et des nerfs innervant les muscles.

À long terme, la paralysie d'un muscle va produire une involution du muscle et une amyotrophie de la région du fait de l'absence d'utilisation.

En clinique

Atrophie musculaire

L'atrophie musculaire est une pathologie dégénérative du muscle. Elle peut avoir des causes variables, comme la lésion du nerf qui commande le muscle ou le défaut d'utilisation.

L'atrophie musculaire est un problème important chez des patients qui ont été longuement au repos ou en incapacité fonctionnelle, et nécessite une rééducation prolongée ainsi que des exercices de renforcement musculaire pour recouvrer les activités de la vie courante.

En clinique

Lésions musculaires et élongations

Les lésions musculaires et les élongations tendent à survenir dans des groupes spécifiques de muscles, et sont en règle dues à une contraction brutale ou à une rupture musculaire. Elles surviennent typiquement chez les athlètes.

Les lésions musculaires peuvent aller de la lésion interstitielle à la rupture complète du muscle (fig. 1.26). Il est important d'identifier les muscles lésés et l'étendue de la rupture pour guider le traitement et établir un pronostic qui déterminera la durée de la rééducation avant le retour à une activité normale.

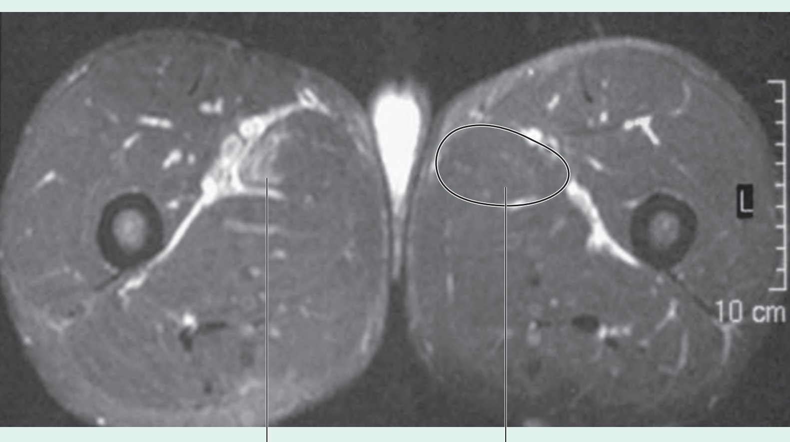


Figure 1.26 Coupes IRM axiales reformatées avec suppression de graisse et de tissu mou, hypersignal dans les zones liquidiennes. L'œdème intra- et périmusculaire montre la rupture du muscle long adducteur.

SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE

Le système cardiovasculaire est formé par le cœur, qui pulse le sang dans le corps, et les vaisseaux sanguins qui constituent un réseau étroit de tubes transportant le sang. Il y a trois types de vaisseaux :

- les artères, qui emportent le sang à partir du cœur ;
- les veines, qui apportent le sang vers le cœur ;
- les capillaires, qui connectent les artères et les veines ; ce sont les plus petits des vaisseaux sanguins, et sont le lieu des échanges d'oxygène, de nutriments et de déchets métaboliques avec les tissus.

Les parois des vaisseaux sanguins du système cardiovasculaire sont constituées de trois tuniques :

- la tunique externe (adventice) – la couche externe de tissu conjonctif ;
- la tunique moyenne (media) – la couche de muscle lisse (qui peut aussi contenir des amas variables de fibres élastiques dans les artères grandes et moyennes) ;
- la tunique interne (intima) – la couche interne endothéliale dans les vaisseaux sanguins.

Les artères sont elles-mêmes subdivisées en trois classes, selon la quantité de muscle lisse et de fibres élastiques qui contribuent à l'épaisseur de la media, à la taille globale du vaisseau et à sa fonction.

- Les grandes artères élastiques contiennent des quantités substantielles de fibres élastiques dans la media, ce qui permet la dilatation et le retour au calibre normal lors du cycle cardiaque. Cela participe au maintien du flux sanguin au cours de la diastole. L'aorte, le tronc brachiocéphalique, l'artère carotide commune gauche, l'artère subclavière gauche et le tronc de l'artère pulmonaire en sont des exemples.
- Les artères musculaires moyennes sont composées d'une media qui contient beaucoup de fibres musculaires lisses. Cette caractéristique permet à ces vaisseaux de réguler leur diamètre et de contrôler le flux sanguin destiné aux différentes parties du corps. Les exemples d'artères musculaires moyennes sont donnés par la plupart des artères tronculaires, comme les artères fémorale, axillaire et radiale.
- Les petites artères et les artérioles contrôlent le remplissage des capillaires et contribuent directement à la pression artérielle dans le système vasculaire.

Les veines sont aussi subdivisées en trois classes.

- Les grosses veines contiennent des fibres musculaires lisses dans la media. La veine cave supérieure, la veine cave inférieure et la veine porte en sont des exemples.
- Les veines petites et moyennes contiennent de faibles quantités de fibres musculaires lisses, et la tunique externe est la plus fine. Des exemples de veines petites et moyennes sont représentés par les veines superficielles des membres supérieurs et inférieurs, et par les veines profondes de la jambe et de l'avant-bras.
- Les veinules sont les plus petites veines et drainent les capillaires.

Bien que les veines soient proches des artères dans leur structure générale, il existe de nombreuses caractéristiques distinctives.

- Les parois des veines, et plus spécifiquement la media, sont fines.
- Les diamètres endoluminaux des veines sont grands.
- Il y a souvent plusieurs veines (veines comitantes ou satellites) au contact des artères dans les régions périphériques.
- Des valvules sont souvent présentes dans les veines, particulièrement dans les veines périphériques sous le niveau du cœur. Ce sont souvent des paires de cuspides qui facilitent le retour veineux vers le cœur.

Une information plus spécifique sur le système cardiovasculaire et son rôle dans la circulation du sang dans le corps sera fournie de manière appropriée dans chacun des chapitres suivants du livre.

En clinique

Athérosclérose

L'athérosclérose est une maladie qui affecte les artères. Il se produit une réaction inflammatoire chronique dans les parois des artères, avec des dépôts de cholestérol et de lipoprotéines. Cela peut conduire à une calcification secondaire, avec réduction du diamètre des vaisseaux et diminution du flux sanguin distal. La plaque elle-même peut être le site d'agrégation plaquettaire, les plaquettes pouvant migrer distalement (emboliser). Une fissuration de la plaque peut survenir, ce qui provoque la formation de caillots (thrombus) qui vont obturer le vaisseau.

L'importance de l'athérosclérose et ses effets dépendent du vaisseau affecté. Si l'athérosclérose survient dans l'artère carotide, de petits emboles peuvent se libérer et provoquer une attaque cérébrale. Dans le cœur, la fissuration de la plaque peut provoquer une thrombose vasculaire aiguë, entraînant un infarctus myocardique (crise cardiaque). Dans les membres inférieurs, l'obstruction chronique des vaisseaux peut limiter les possibilités de marche du patient, et finalement être à l'origine d'une ischémie distale et d'une gangrène des orteils.



En clinique

Varices

Les varices sont des veines tortueuses dilatées qui se développent classiquement dans les jambes, mais qui peuvent aussi concerner les veines superficielles du bras et d'autres organes.

Chez les individus normaux, le mouvement des muscles de la jambe pulse le sang des veines vers le cœur. Le sang est aussi pompé des veines superficielles vers la face profonde du fascia de la jambe dans les veines profondes. Les valvules de ces veines perforantes peuvent être altérées, ce qui permet au sang de circuler à contresens. Cela augmente le volume, et la pression produit la dilatation et la déformation tortueuse des veines superficielles (fig. 1.27). Au voisinage de ces veines distendues, la peau peut devenir hyperpigmentée et atrophique, avec une diminution de capacité cicatricielle. Chez certains patients, un traumatisme minime peut provoquer une ulcération cutanée, qui nécessite l'élévation des membres inférieurs et le port de bandages de contention pour obtenir la cicatrisation.

Le traitement des varices dépend de leur localisation, de leur taille et de leur gravité. Classiquement, les varices des veines superficielles peuvent être réséquées par stripping, ce qui impose le drainage du sang dans le système profond.



Figure 1.27 Photographie montrant des varices.

En clinique

Anastomoses et circulation collatérale

Tous les organes nécessitent une afférence sanguine par les artères et un drainage par les veines. Dans la plupart des organes, il existe de multiples modes de perfusion des tissus qui permettent, en cas d'obstruction du vaisseau principal d'un organe ou du drainage veineux, la persistance de la vascularisation et du drainage par un groupe de plus petits vaisseaux (vaisseaux collatéraux).

Dans certaines circonstances, des organes peuvent être perfusés par plusieurs vaisseaux, comme la main qui est vascularisée par les artères radiale et ulnaire. L'interruption de l'artère radiale ou de l'artère ulnaire peut ne provoquer aucun symptôme d'insuffisance de vascularisation de la main.

Dans certains cas, l'interruption d'une veine peut produire le développement d'une collatéralité veineuse. Certaines de ces veines collatérales peuvent saigner. Les conséquences d'une thrombose ou d'une occlusion de la veine porte sont graves, car le drainage veineux de l'intestin shunte le foie à travers des veines collatérales pour gagner la circulation systémique.

Les anastomoses vasculaires normales associées à un organe sont importantes. Certains organes, comme le duodénum, ont une vascularisation double, provenant de branches du tronc cœliaque et aussi de branches de l'artère mésentérique supérieure. Si l'un de ces vaisseaux est lésé, la vascularisation de l'organe est préservée. Le cerveau a de multiples vaisseaux, dominés par les artères carotides et vertébrales. Les vaisseaux dans le cerveau sont des artères terminales et ont une mauvaise circulation collatérale ; ainsi, toute occlusion va produire une lésion cérébrale irréversible.

SYSTÈME LYMPHATIQUE

Vaisseaux lymphatiques

Les vaisseaux lymphatiques forment un réseau complexe et extensif de canaux interconnectés, qui commencent au niveau des capillaires lymphatiques poreux et borgnes au sein des tissus du corps humain, puis convergent pour former plusieurs vaisseaux de taille plus importante qui se jettent enfin dans de grandes veines à la base du cou.

Les vaisseaux lymphatiques collectent principalement les liquides perdus par les lits capillaires lors des processus d'échanges nutritifs, et les ramènent vers le système vasculaire veineux (fig. 1.28). Des agents pathogènes, des cellules du système lymphatique, des produits et des débris cellulaires sont également contenus dans le liquide interstitiel qui se draine dans les capillaires lymphatiques.

Dans l'intestin grêle, certaines graisses absorbées par l'épithélium intestinal sont incorporées à des complexes lipoprotidiques (**chylomicrons**), qui sont relargués par les cellules épithéliales dans le compartiment interstitiel. Avec d'autres composants du liquide interstitiel, les chylomicrons se drainent dans les capillaires lymphatiques (désignés comme capillaires lactéaux dans l'intestin grêle) et sont finalement rejetés dans le système veineux du cou. Le système lymphatique est ainsi la principale voie de transport pour les graisses absorbées par l'intestin.

Le liquide de la plupart des vaisseaux lymphatiques est clair et incolore, et est désigné sous le terme de **lymphe**. Le liquide des vaisseaux lymphatiques de l'intestin grêle est lactescent en raison de la présence des chylomicrons ; il est appelé **liquide chyleux**.

Il existe des vaisseaux lymphatiques dans la majorité des régions du corps, y compris ceux qui sont associés au système nerveux central (Louveau A et al., *Nature* 2015 ; 523 : 337-41 ; Aspelund A et al., *J Exp Med* 2015 ; 212 : 991-9). Les exceptions comprennent la moelle osseuse et des tissus avasculaires tels que les épithéliums et le cartilage.

Les mouvements de la lymphe dans les vaisseaux lymphatiques sont principalement générés par l'action indirecte des

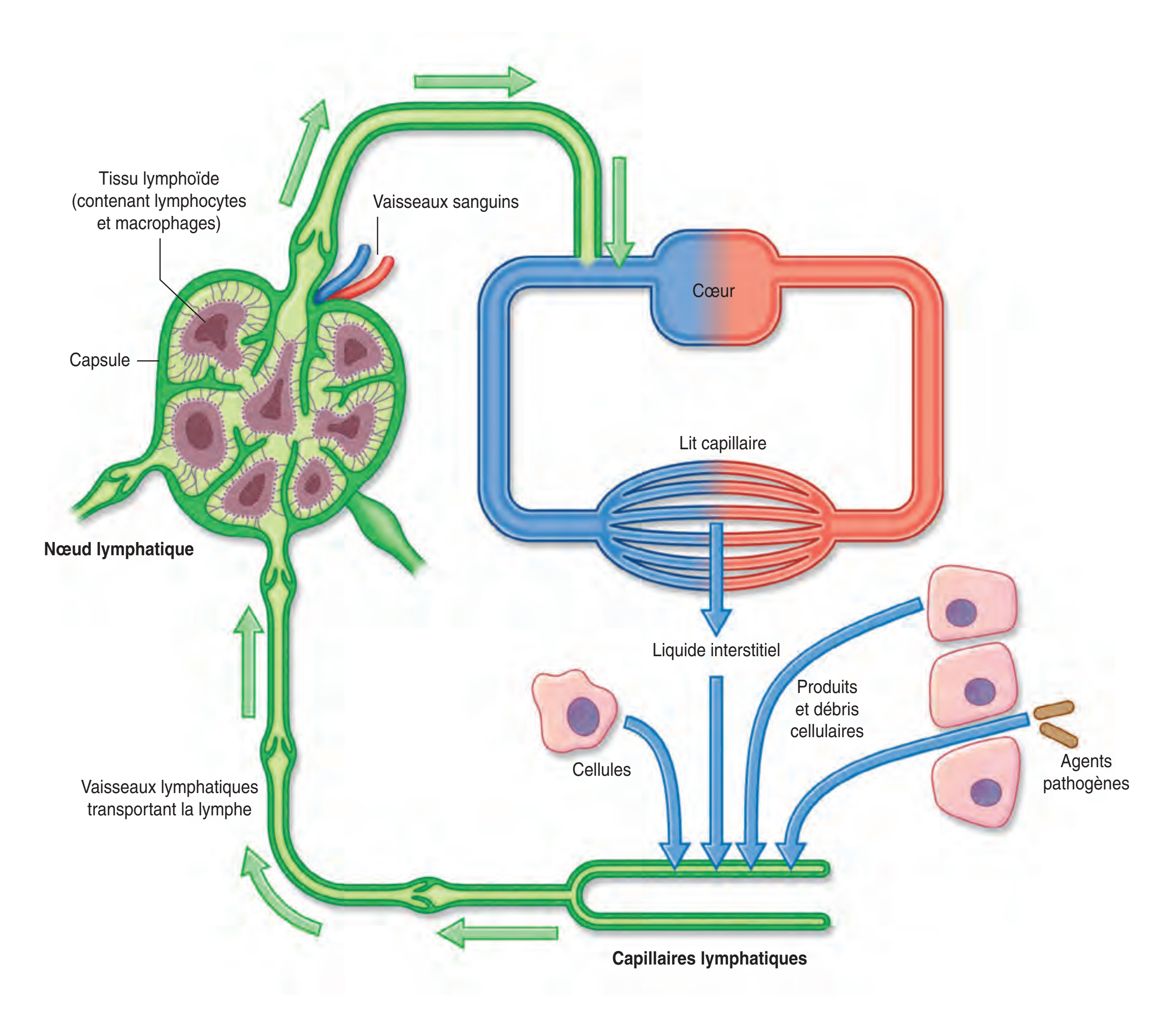


Figure 1.28 Les vaisseaux lymphatiques collectent principalement les liquides perdus par les lits capillaires lors des processus d'échanges nutritifs, et les ramènent vers le système vasculaire veineux.

structures adjacentes, notamment par la contraction des muscles squelettiques et les pulsations artérielles. Un flux unidirectionnel est maintenu par la présence de valves dans les vaisseaux.

Nœuds lymphatiques

Les nœuds lymphatiques sont de petites structures encapsulées (0,5–2,5 cm de long) qui interrompent la course des vaisseaux lymphatiques et qui contiennent des éléments du système immunitaire, tels que les lignées lymphocytaires ou les macrophages. Ils agissent comme des filtres élaborés qui piègent et phagocytent certaines substances de la lymphe. De plus, ils détectent et se défendent contre les antigènes étrangers qui sont également transportés par la lymphe (fig. 1.28).

Les nœuds lymphatiques étant des filtres efficients et le flux qui les traverse étant lent, les cellules qui métastasent (migrent à distance) à partir de tumeurs primitives et qui pénètrent les vaisseaux lymphatiques peuvent se loger dans les nœuds lymphatiques et s'y développer comme des tumeurs secondaires. Les nœuds lymphatiques qui drainent une région infectée ou présentant un autre type de pathologie peuvent grossir et se modifier, devenant parfois « durs » ou « sensibles ». Ces modifications peuvent aider les cliniciens à détecter une pathologie ou à rechercher une diffusion de la maladie.

Un certain nombre de régions du corps possède une grande quantité de nœuds lymphatiques (fig. 1.29). Naturellement, les nœuds de la plupart de ces régions drainent la surface de l'organisme, le système digestif et le système respiratoire. Ces trois régions sont des sites à haut risque pour la pénétration des agents pathogènes étrangers.

Les nœuds lymphatiques sont nombreux et accessibles à la palpation dans le creux axillaire, l'aine et la région fémorale ainsi que le cou. Les sites profonds, qui ne sont pas palpables, comprennent les nœuds associés à la trachée et aux bronches dans le thorax, et à l'aorte et ses branches dans l'abdomen.

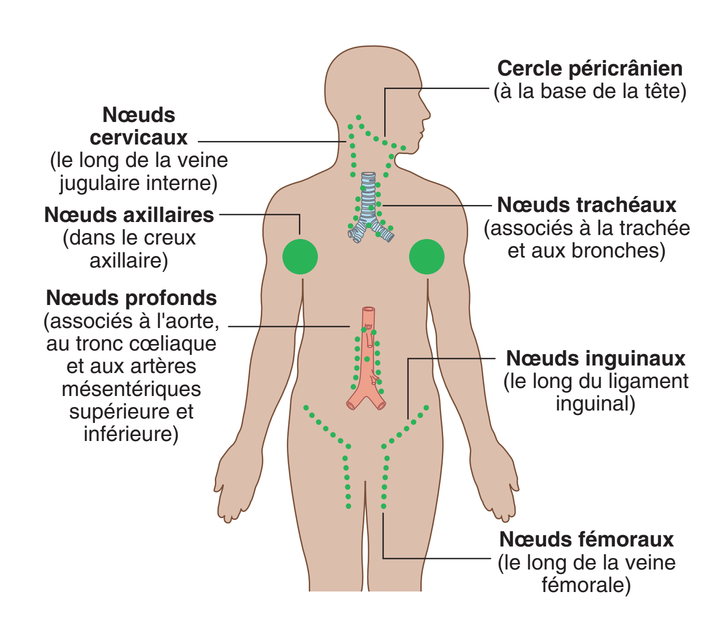


Figure 1.29 Régions possédant une grande quantité de nœuds lymphatiques.

Troncs et canaux lymphatiques

Tous les vaisseaux lymphatiques convergent pour former des troncs ou des canaux plus grands, qui se drainent dans le système veineux au niveau du cou, à l'endroit où les veines jugulaires internes rejoignent les veines subclavières pour former les veines brachiocéphaliques (fig. 1.30) :

- la lymphe de la partie droite de la tête et du cou, du membre supérieur droit et de la partie droite du thorax est acheminée par les vaisseaux lymphatiques qui se jettent dans les veines de la partie droite du cou ;
- la lymphe des autres régions du corps est acheminée par les vaisseaux lymphatiques qui se drainent dans les veines de la partie gauche du cou.

Une information spécifique sur l'organisation du système lymphatique dans chaque région du corps est présentée dans le chapitre approprié.

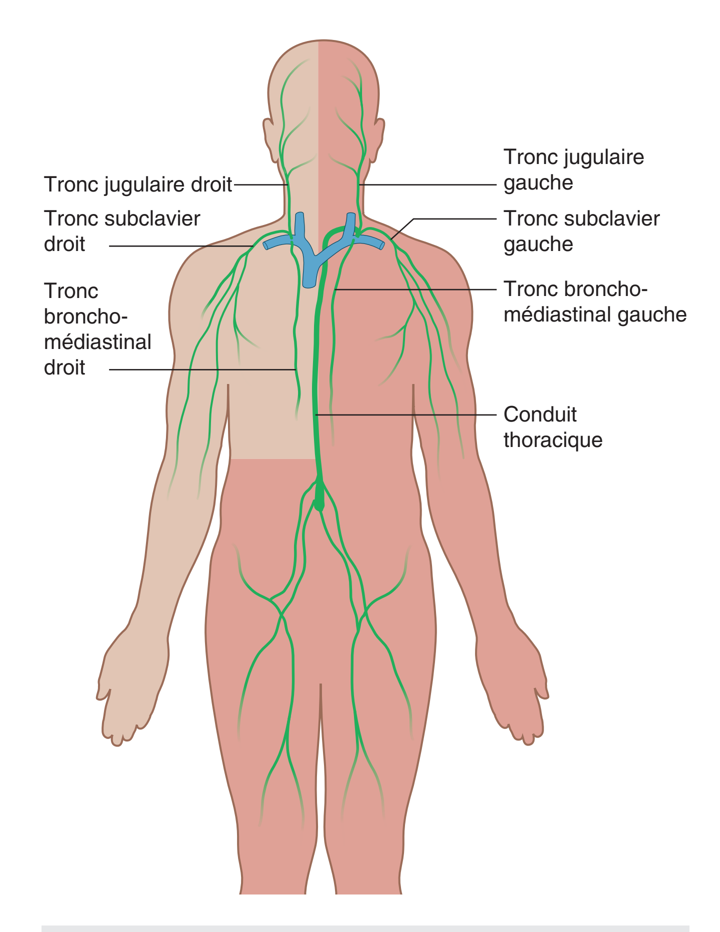


Figure 1.30 Principaux vaisseaux lymphatiques qui se drainent dans les grosses veines du cou.

En clinique

Nœuds lymphatiques

Les nœuds lymphatiques sont des filtres efficaces et ils ont une structure alvéolaire de tissu conjonctif rempli par des lymphocytes. Ces lymphocytes agissent sur les bactéries, les virus, et d'autres corps cellulaires pour les détruire. Les nœuds lymphatiques tendent à drainer des aires spécifiques, et si une infection survient dans une aire de drainage, le nœud lymphatique devient actif. Le turn-over cellulaire rapide et la production locale de médiateurs de l'inflammation peuvent provoquer l'augmentation de volume et le caractère douloureux d'un nœud. Les nœuds lymphatiques peuvent devenir inflammatoires ; ils devront être enlevés s'ils sont cliniquement symptomatiques.

Les nœuds lymphatiques deviennent hypertrophiques de manière diffuse dans certaines pathologies systémiques (par exemple une infection virale), ou bien des groupes peuvent être augmentés de volume dans des pathologies malignes lymphatiques primitives, comme les lymphomes (fig. 1.31).

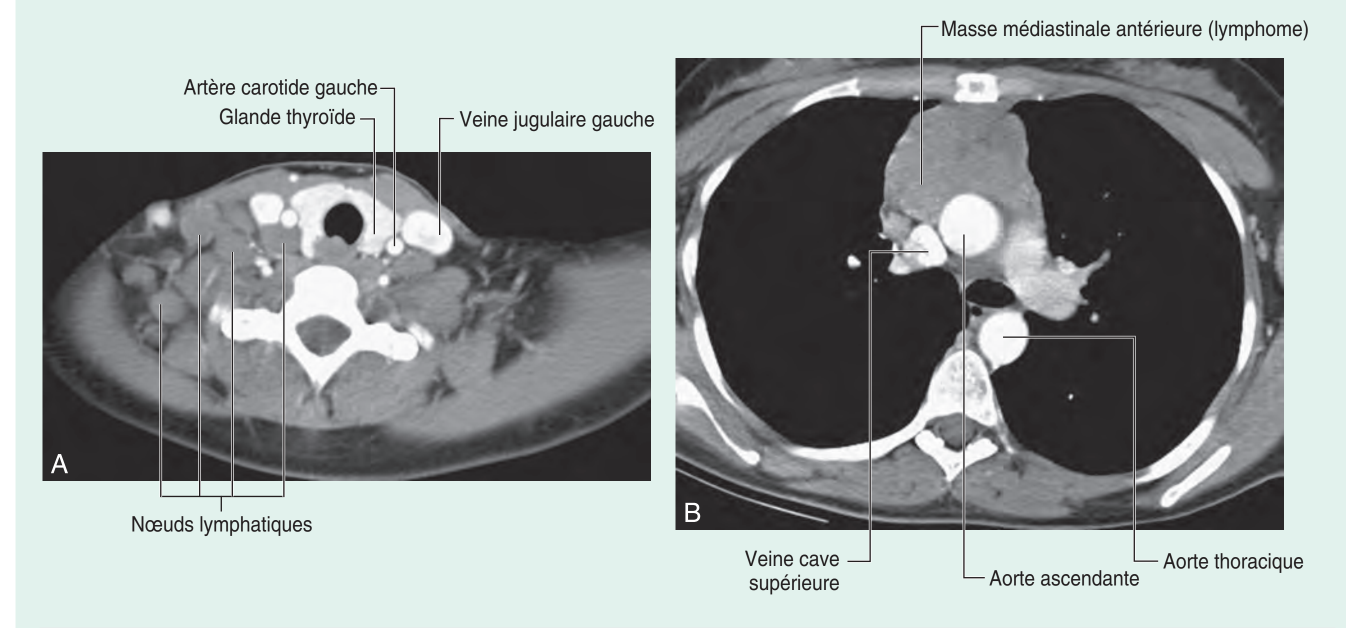


Figure 1.31 A. Coupe axiale en TDM avec injection montrant les artères carotides communes et les veines jugulaires normales, et de nombreux nodules ne prenant pas le contraste représentant des nœuds lymphatiques envahis par un lymphome. **B.** Coupe axiale en TDM avec injection, montrant une masse médiastinale antérieure tissulaire (lymphome).

SYSTÈME NERVEUX

Il est possible de diviser le système nerveux en différentes parties selon que l'on considère sa structure ou ses fonctions :

- du point de vue de sa structure, on distingue le système nerveux central (SNC) du système nerveux périphérique (SNP) (fig. 1.32) ;
- du point de vue de sa fonction, on distingue les fonctions somatiques des fonctions viscérales du système nerveux.

Le SNC est composé du cerveau et de la moelle spinale, tous les deux issus du développement du tube neural de l'embryon.

Le SNP regroupe toutes les structures nerveuses qui n'appartiennent pas au SNC. Ces structures proviennent des cellules des crêtes neurales et peuvent être considérées comme des excroissances provenant du SNC. Le SNP comporte les nerfs spinaux et les nerfs crâniens, les nerfs viscéraux et les plexus, et le système nerveux entérique. L'anatomie détaillée d'un nerf spinal typique est décrite dans le chapitre 2, de même que la manière dont les nerfs spinaux sont dénombrés. Les nerfs crâniens sont décrits au chapitre 8. Les détails des plexus nerveux sont exposés dans les chapitres consacrés aux régions spécifiques dans lesquelles ils sont situés.

Système nerveux central

Cerveau

Le cerveau est composé des hémisphères cérébraux, du cervelet et du tronc cérébral. Les hémisphères cérébraux sont



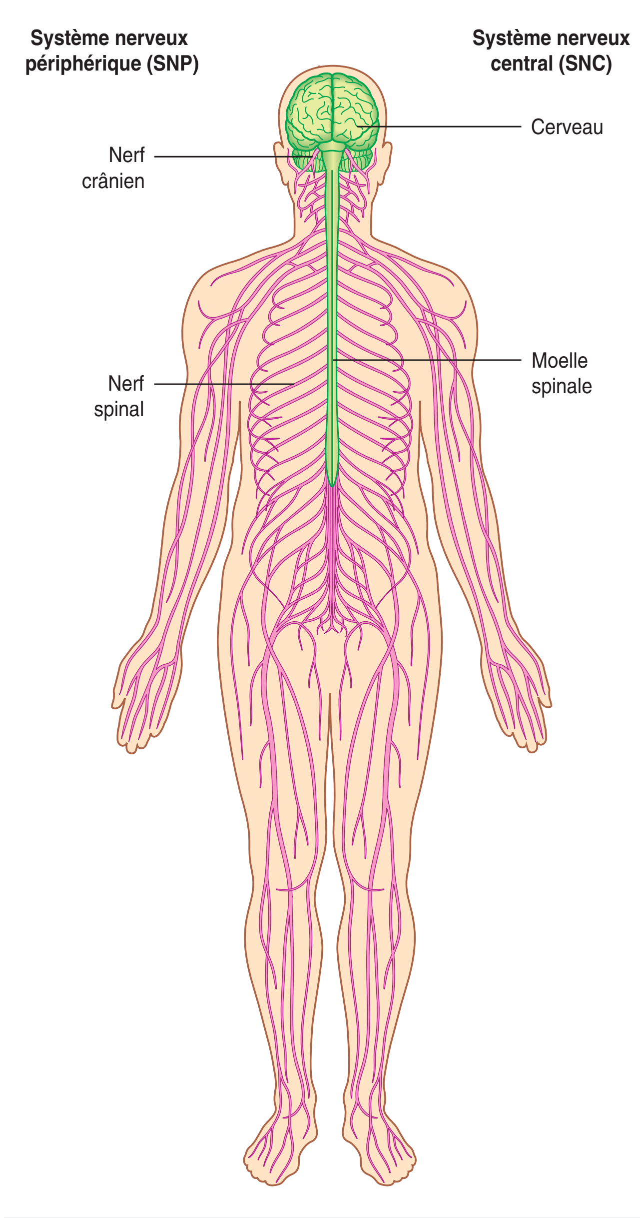


Figure 1.32 Système nerveux central (SNC) et système nerveux périphérique (SNP).

constitués d'une portion profonde, la **substance grise**, qui comporte les corps cellulaires, d'une portion superficielle, la **substance blanche**, qui comporte les axones des cellules, et des **ventricules**, contenant le liquide cérébrospinal (LCS).

Le cervelet comporte deux lobes latéraux et une portion centrale. Les constituants du tronc cérébral sont classiquement définis comme le diencéphale, le mésencéphale, le pont et la moelle allongée. Cependant, en usage courant actuel, la dénomination « tronc cérébral » désigne habituellement le mésencéphale, le pont et la moelle allongée.

Un exposé complémentaire sur le cerveau est présenté au chapitre 8.

Moelle spinale

La moelle spinale est la partie du SNC qui occupe les deux tiers supérieurs du canal vertébral. Sa forme globale est presque cylindrique et, en coupe transversale, elle est presque circulaire avec un canal central.

Un exposé complémentaire sur la moelle spinale est fourni au chapitre 2.

Méninges

Les méninges (fig. 1.33) sont trois membranes concentriques qui entourent, protègent et soutiennent le cerveau et la moelle spinale au sein de la cavité crânienne et du canal vertébral. On distingue :

- la dure-mère qui est la membrane la plus épaisse et la plus externe des trois ;
- l'arachnoïde qui est située à la face interne de la dure-mère ;
- la pie-mère qui adhère au cerveau et à la moelle spinale.

L'espace subarachnoïdien se trouve entre l'arachnoïde et la pie-mère. Il contient le LCS.

Un exposé complémentaire sur les méninges crâniennes est fourni au chapitre 8, et sur les méninges spinales au chapitre 2.

Division fonctionnelle du système nerveux central

Du point de vue fonctionnel, le système nerveux peut être subdivisé en une composante somatique et une composante viscérale :

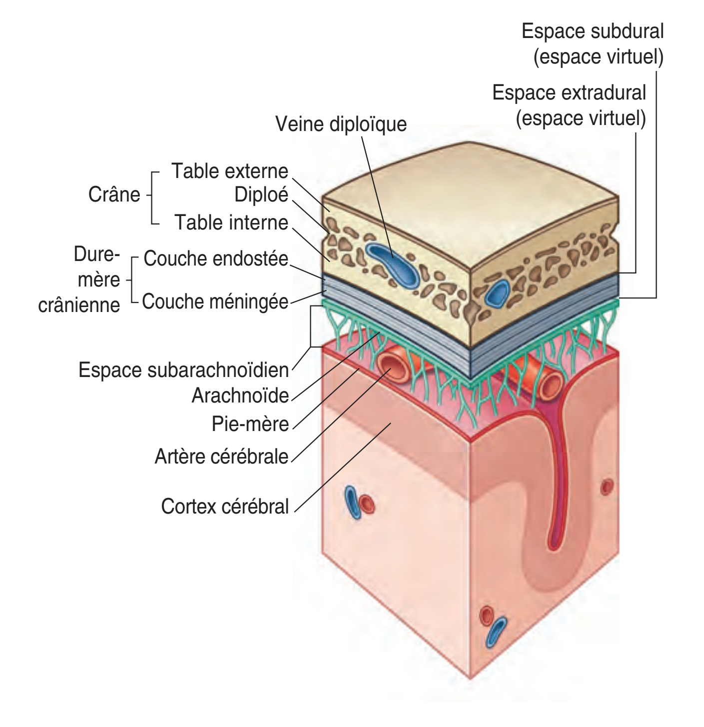


Figure 1.33 Organisation des méninges dans la cavité crânienne.

- la **partie somatique** (« *soma* » est le mot grec désignant le corps) innerve les structures provenant des somites chez l'embryon (la peau et la plupart des muscles squelettiques), et est surtout impliquée dans la réception et la réponse vis-à-vis des informations concernant l'environnement extérieur ;
- la **partie viscérale** (« *viscera* » est le mot grec désignant les intestins) innerve les organes du corps ainsi que les muscles lisse et les glandes des zones périphériques du corps. Cette partie du SNC joue le rôle d'interface avec l'environnement intérieur de l'organisme ; elle fait le lien entre le SNC et les organes ou structures internes.

Partie somatique du système nerveux

La partie somatique du système nerveux comporte :

- les nerfs de la perception consciente qui apportent des informations provenant des régions périphériques et se dirigent vers le SNC ;
- les nerfs qui innervent les muscles squelettiques.

Les nerfs somatiques naissent de manière segmentaire, selon un schéma identique à celui des **somites**, le long du SNC en développement. Les somites sont également organisés de manière segmentaire de chaque côté du tube neural (fig. 1.34). Une partie de chaque somite (le **dermatomyotome**) donne les muscles squelettiques ainsi que les territoires sensitifs de la

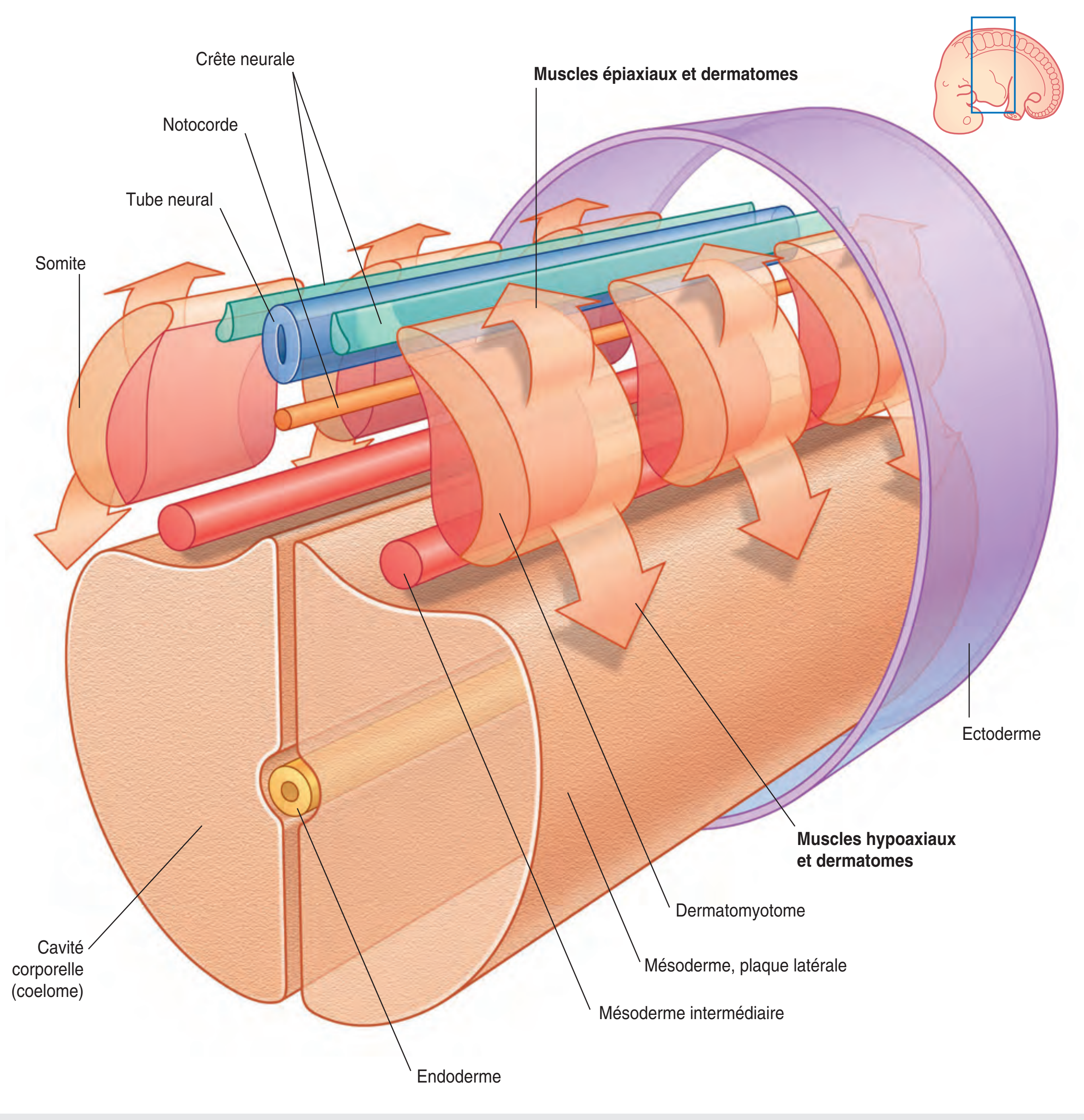


Figure 1.34 Différenciation des somites chez un embryon au stade tubulaire.

peau. Au cours de leur différenciation, les cellules du dermatomyotome migrent vers les régions postérieures (dorsales) et antérieures (ventrales) du corps :

- les cellules à migration antérieure donnent naissance aux muscles des membres et du tronc (**muscles hypoaxiaux**) ainsi qu'aux territoires sensitifs de la peau qui y sont associés ;
- les cellules qui migrent vers l'arrière donnent naissance aux muscles intrinsèques du dos (**muscles épiaxiaux**) ainsi qu'aux dermatomes qui y sont associés.

Les cellules nerveuses qui se développent dans les régions antérieures du tube neural donnent des expansions périphériques vers les zones antérieures et postérieures des dermatomyotomes en développement.

Simultanément, les cellules dérivées de la crête neurale (cellules dérivées des plis neuraux au cours de la formation du tube neural) se différencient en neurones de chaque côté du tube neural et s'étendent médialement et latéralement (fig. 1.35) :

- les prolongements médiaux passent dans la partie postérieure du tube neural ;
- les prolongements latéraux passent dans les régions en cours de différenciations du dermatomyotome adjacent.

Les neurones qui se développent à partir des cellules dans la moelle spinale sont des **motoneurones** et ceux qui se développent à partir des cellules de la crête neurale sont des **sensorineurones**.

Les fibres somatiques sensitives et somatiques motrices qui sont organisées de manière segmentaire le long du tube neural deviennent des constituants de tous les nerfs spinaux et de certains nerfs crâniens.

Les groupes de corps cellulaires des cellules nerveuses sensitives dérivées des cellules de la crête neurale et situées en dehors du SNC forment les ganglions sensitifs.

Généralement, toutes les informations sensitives passent dans la partie postérieure de la moelle spinale et toutes les fibres motrices la quittent en avant.

Les **neurones somatiques sensitifs** véhiculent les informations de la périphérie vers le SNC et sont aussi appelés **afférences somatiques sensitives** ou **afférences somatiques générales** (ASG). Les informations portées par ces nerfs sont la température, la douleur, le tact et la proprioception. La proprioception est le sens de détermination de la position et du mouvement de l'appareil musculosquelettique détecté par les récepteurs spéciaux des muscles et des tendons.

Les **fibres somatiques motrices** véhiculent les informations du SNC vers les muscles squelettiques et sont aussi appelées **efférents somatiques moteurs ou efférents somatiques généraux (ESG).** Comme les fibres somatiques sensitives qui proviennent de la périphérie, les fibres somatiques motrices peuvent être très longues. Elles s'étendent des corps cellulaires de la moelle spinale jusqu'aux cellules musculaires qu'elles innervent.

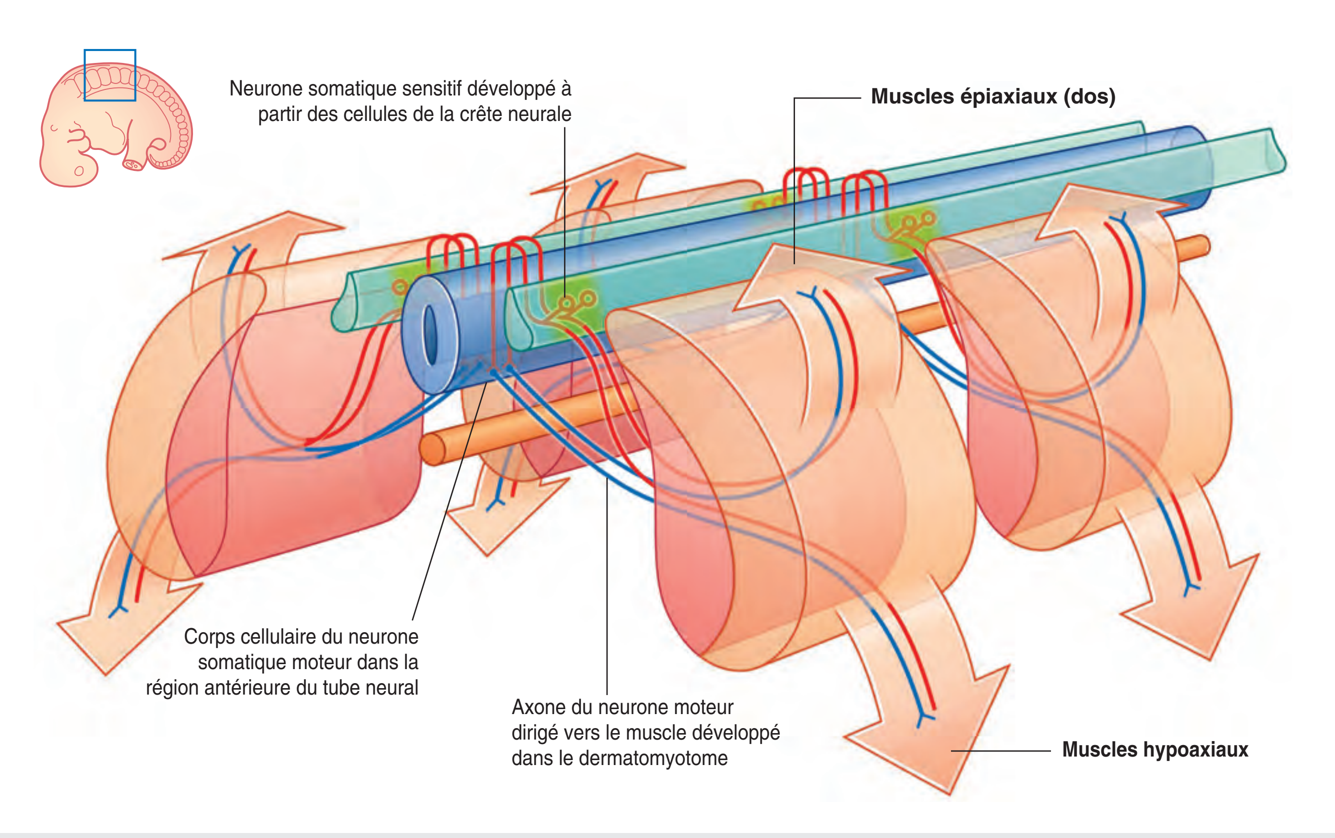


Figure 1.35 Neurones somatiques sensitifs et moteurs. Les lignes bleues indiquent les nerfs moteurs et les lignes rouges représentent les nerfs sensitifs.

Dermatomes

Du fait que les cellules d'un somite spécifique se développent dans le derme de la peau d'une région précise, les fibres somatiques sensitives initialement associées à ce somite pénètrent dans la partie postérieure de la moelle spinale à un niveau spécifique et appartiennent à un nerf spinal spécifique correspondant (fig. 1.36). Chacun des nerfs spinaux transporte les informations sensitives somatiques d'une zone déterminée de la peau sur la surface du corps. Le **dermatome** est la zone cutanée innervée par un niveau de la moelle spinale ou, si l'on considère un côté du corps, par un nerf spinal donné.

Les territoires cutanés couverts par les dermatomes se chevauchent, mais il existe, pour chaque dermatome, une zone cutanée spécifique de ce dermatome permettant de l'identifier. Cette zone n'est innervée que par le niveau de la moelle spinale du dermatome concerné. Chez un patient conscient, le clinicien évalue par le toucher ces zones autonomes pour identifier une lésion d'un nerf spinal spécifique ou d'un niveau de la moelle spinale.

Myotomes

Les nerfs somatiques moteurs initialement associés à un somite spécifique naissent de la région antérieure de la moelle spinale et participent à la formation du nerf spinal en s'associant aux nerfs sensitifs du même somite. Ainsi, chacun des nerfs spinaux contient des fibres somatiques motrices destinées aux muscles provenant du somite correspondant. Le **myotome** est la partie d'un muscle squelettique qui est innervée par un seul et même nerf spinal ou, si l'on considère la moelle, par un seul niveau médullaire.

Les myotomes sont plus difficiles à tester que les dermatomes, car un même muscle squelettique du corps est souvent

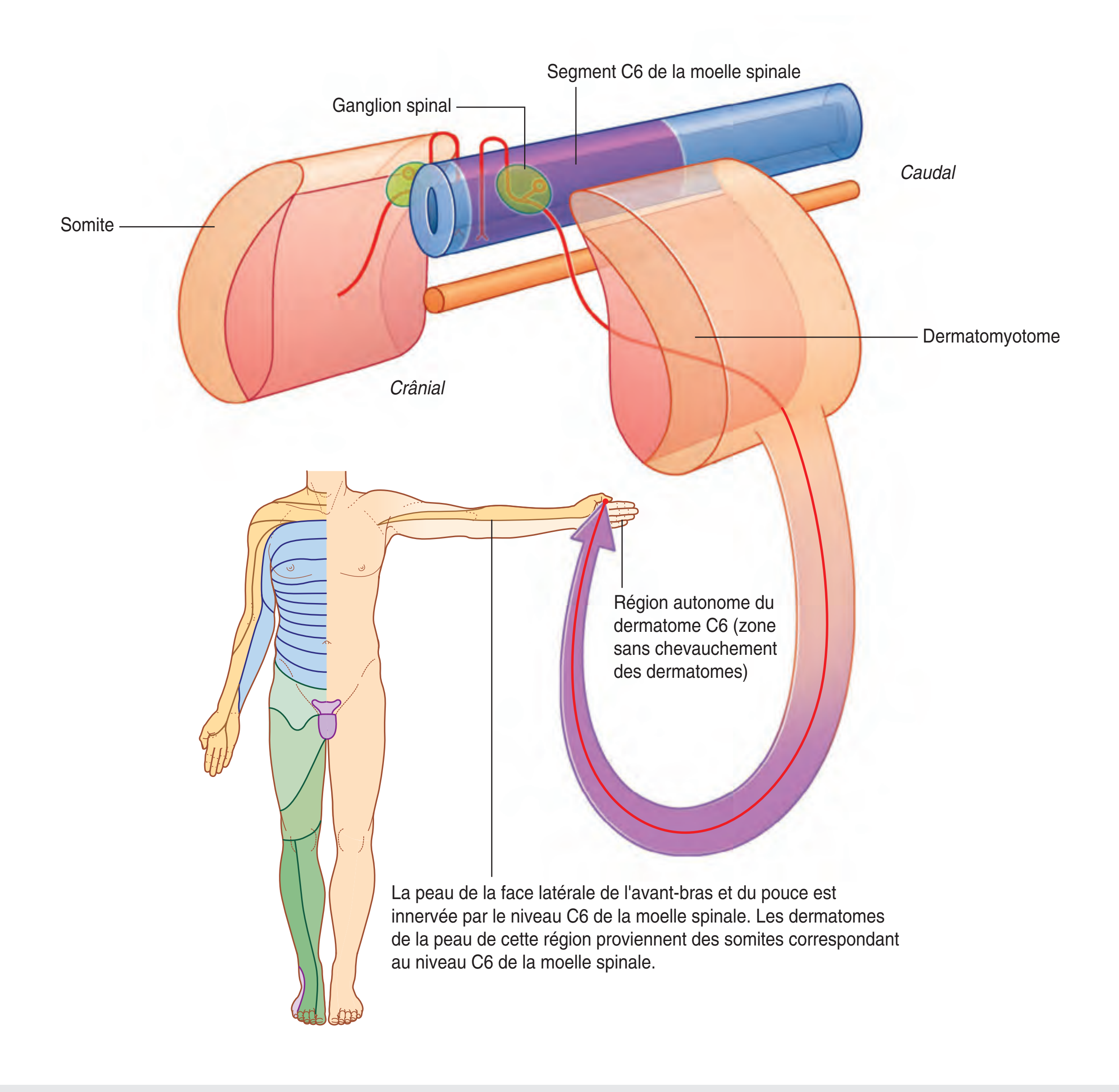


Figure 1.36 Dermatomes.



développé à partir de plus d'un seul somite et de ce fait innervé par plusieurs niveaux de la moelle spinale (fig. 1.37).

L'analyse de la mobilité de plusieurs articulations peut être utile pour localiser une lésion survenue à un niveau spécifique de la moelle spinale ou sur un nerf spinal précis. Par exemple :

- les muscles de la mobilité de l'épaule sont principalement innervés par les niveaux C5 et C6 de la moelle spinale ;
- les muscles de la mobilité du coude sont principalement innervés par les nerfs spinaux provenant des niveaux C6 et C7 de la moelle spinale ;
- les muscles de la main sont principalement innervés par les nerfs spinaux des niveaux C8 et T1 de la moelle spinale.

Partie viscérale du système nerveux

Tout comme pour la partie somatique, la partie viscérale du système nerveux contient des éléments moteurs et sensitifs :

- les nerfs sensitifs contrôlent les modifications au sein des viscères ;
- les nerfs moteurs innervent essentiellement les muscles lisses, le muscle cardiaque et les glandes.

La partie motrice du système viscéral est appelée système autonome du SNP ou système nerveux autonome et se subdivise en deux parties : le système sympathique et le système parasympathique.

Figure 1.37 Myotomes.

En clinique

Dermatomes et myotomes

La connaissance des dermatomes et des myotomes est absolument fondamentale pour réaliser un examen neurologique. Le territoire typique d'un dermatome est présenté à la figure 1.38.

Cliniquement, un dermatome correspond à la zone cutanée innervée par un nerf spinal unique ou un niveau médullaire spinal. Un myotome correspond à la région de muscles squelettiques innervés par un nerf spinal unique ou par un niveau médullaire spinal. La plupart des muscles du corps étant innervés individuellement par plus d'un niveau médullaire spinal, l'évaluation des myotomes est habituellement réalisée par l'examen de mouvements articulaires ou de groupes musculaires.

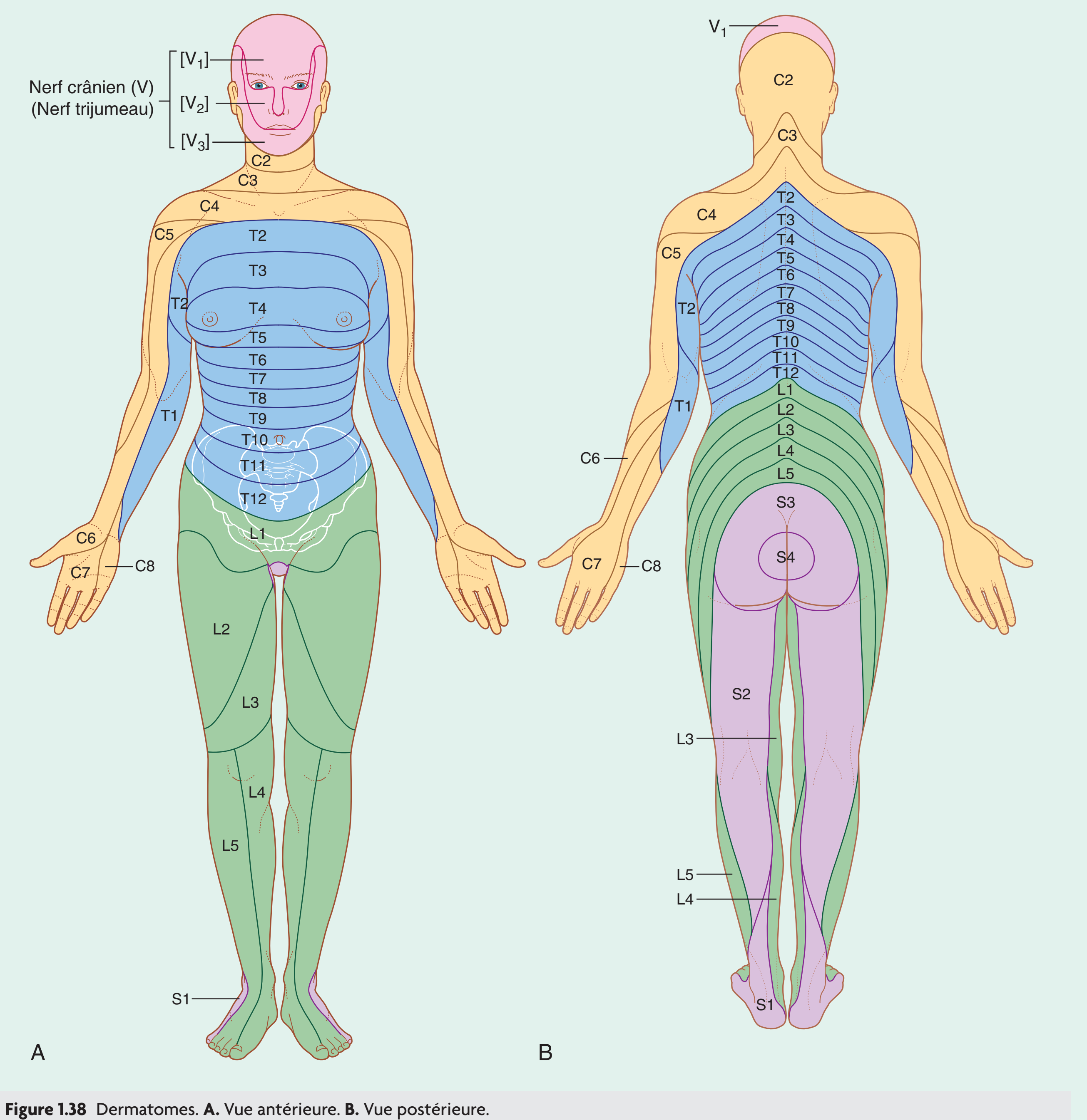


Figure 1.38 Dermatomes. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérieure.

La partie viscérale du système nerveux présente une organisation segmentaire issue d'un développement qui suit le même schéma pour la partie somatique du système nerveux (fig. 1.39).

Les **neurones sensitifs viscéraux** proviennent des cellules des crêtes neurales et donnent des expansions en dedans vers le tube neural ou en dehors vers les différentes zones du corps en développement. Ces neurones sensitifs et leurs expansions constituent les **fibres viscérales afférentes** qui apportent à l'organisme les chémorécepteurs, les mécanorécepteurs et les récepteurs à l'étirement.

Les **neurones moteurs viscéraux** proviennent de groupes de cellules localisés dans la partie latérale du tube neural et donnent des expansions depuis la partie antérieure du tube neural. Ces expansions contiennent les **fibres viscérales efférentes** et constituent des synapses avec d'autres cellules (habituellement des neurones moteurs viscéraux) se développant en dehors du SNC, à partir de cellules des crêtes neurales qui migrent depuis leurs positions initiales au contact du tube neural en cours de développement.

Les neurones moteurs viscéraux localisés au sein de la moelle spinale sont dénommés les neurones moteurs préganglionnaires, et leurs axones, les **fibres préganglionnaires**; les neurones moteurs viscéraux situés en dehors du SNC sont les neurones moteurs postganglionnaires et leurs axones représentent les **fibres postganglionnaires**.

Les corps cellulaires des neurones moteurs viscéraux situés en dehors du SNC sont habituellement regroupés en amas cellulaires constituant un **ganglion**.

Figure 1.39 Développement de la partie viscérale du système nerveux.

Les fibres sensitives et motrices viscérales entrent dans le SNC et le quittent selon les mêmes trajets que leurs fibres homologues appartenant au système somatique (fig. 1.40). Les fibres viscérales sensitives entrent dans la moelle spinale avec les fibres sensitives somatiques à travers les racines postérieures des nerfs spinaux. Les fibres préganglionnaires des neurones moteurs viscéraux quittent la moelle spinale par la racine antérieure avec les fibres motrices somatiques.

Les fibres postganglionnaires rejoignent les viscères après un trajet par les rameaux antérieurs et postérieurs des nerfs spinaux.

Les fibres sensitives et motrices viscérales attribuées à un organe viscéral constituent des nerfs spécifiques distincts des branches somatiques. Ces nerfs se regroupent souvent pour former des plexus d'où partent ces nerfs viscéraux.

Les fibres sensitives et motrices viscérales ne sont pas retrouvées à tous les niveaux du SNC (fig. 1.41) :

- dans la région du crâne, une composante viscérale est présente dans quatre des douze nerfs crâniens (nerfs crâniens III, VII, IX et X) ;
- dans la moelle spinale, une composante viscérale est présente pour les niveaux T1 à L2 et S2 à S4 de la moelle.

Les éléments moteurs viscéraux des niveaux T1 à L2 de la moelle sont les **fibres sympathiques**. Les éléments moteurs viscéraux des régions du crâne et sacrales sont les **fibres parasympathiques** :

- le système sympathique innerve des zones des régions périphériques du corps et des viscères ;
- le système parasympathique innerve presque exclusivement des organes viscéraux.

Terminologie

Les neurones spinaux sympathiques et parasympathiques ont en commun des éléments développementaux et phénotypiques qui sont différents de ceux des neurones parasympathiques crâniens. Sur cette constatation, des chercheurs ont suggéré de reclassifier tous les neurones viscéraux moteurs comme sympathiques (Espinosa-Medina I et al. *Science* 2016 ; 354 : 893–7). D'autres

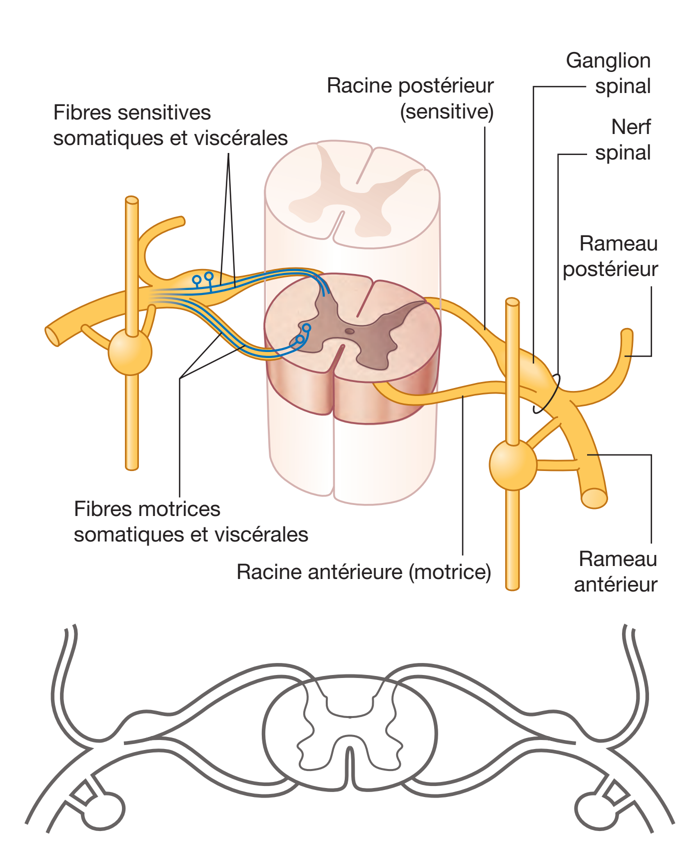


Figure 1.40 Constitution anatomique de base d'un nerf spinal thoracique.

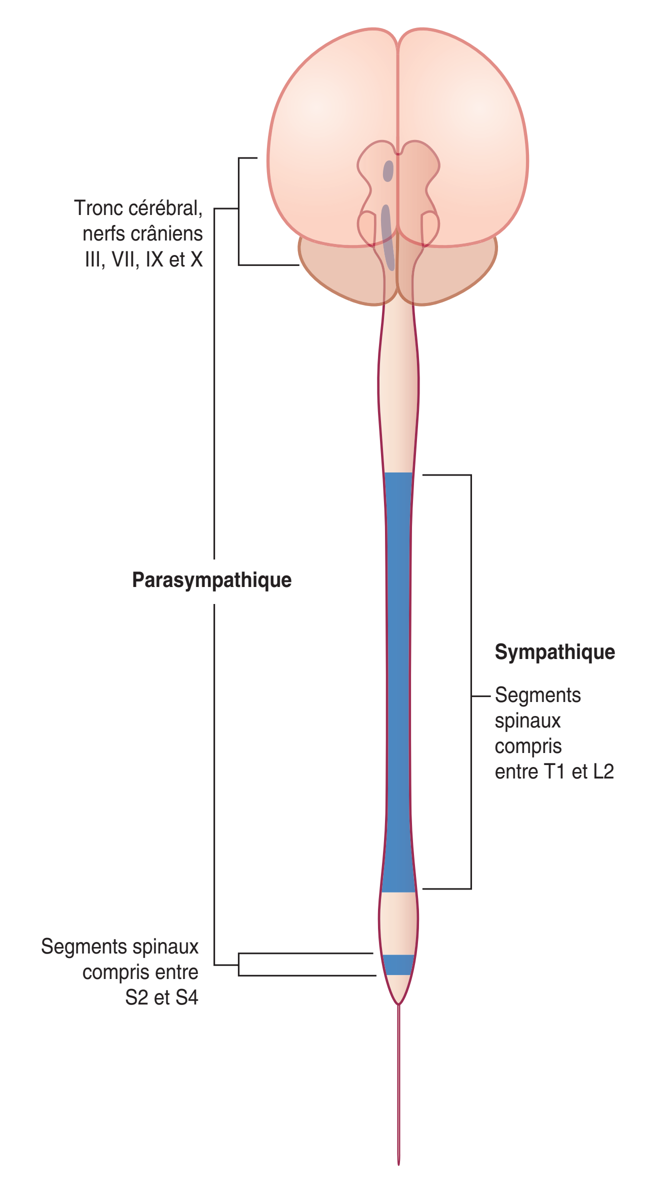


Figure 1.41 Zones du SNC comportant des éléments du système sympathique moteur viscéral.



auteurs sont opposés à cette classification, parce que les résultats indiquent seulement que les neurones sont d'origine spinale (Neuhuber W et al. *Anat Rec* 2017 ; 300 : 1369–70). De plus, les nerfs sacraux n'entrent pas dans le tronc sympathique, et n'ont pas non plus de fibres postganglionnaires qui cheminent vers la périphérie avec les nerfs spinaux, comme les fibres viscéromotrices de T1-L2. Nous avons choisi de retenir la classification des neurones viscéromoteurs S2, S3, S4 comme parasympathiques. « Parasympathique » signifie simplement « de l'autre côté du sympathique », ce qui décrit correctement leur anatomie.

Système sympathique

Les fibres sympathiques appartenant au système autonome du SNP quittent la région thoracolombale de la moelle spinale par les nerfs spinaux de T1 à L2 (fig. 1.42). De chaque côté, un tronc nerveux paravertébral sympathique s'étend de la base du crâne à l'extrémité inférieure de la colonne vertébrale. Ces deux troncs se rejoignent à la face antérieure du coccyx et fusionnent au niveau du ganglion impair. Chacun de ces deux troncs est relié aux rameaux antérieurs des

Figure 1.42 Partie sympathique du système nerveux autonome appartenant au SNP.

nerfs spinaux. Les fibres sympathiques partent de ces deux troncs pour gagner la périphérie et leurs organes viscéraux d'affectation.

Les fibres motrices viscérales préganglionnaires quittent la moelle spinale entre T1 et L2 par les racines antérieures. Elles empruntent ensuite les nerfs spinaux, les rameaux nerveux spinaux antérieurs et gagnent les troncs sympathiques. Chacun des troncs est situé sur chacun des côtés de la colonne vertébrale (en situation paravertébrale) et en avant des rameaux nerveux antérieurs. On retrouve tout le long de ces troncs des ganglions segmentaires constitués par le regroupement des corps cellulaires des neurones postganglionnaires. Les neurones préganglionnaires ont des synapses avec ces corps cellulaires postganglionnaires au sein des ganglions. Chaque rameau nerveux spinal antérieur est ainsi relié à un tronc sympathique ou à un ganglion par un **rameau communicant blanc** dans lequel cheminent les fibres sympathiques préganglionnaires, et apparaît blanc car les fibres qu'il contient sont myélinisées.

Ces fibres sympathiques préganglionnaires qui pénètrent dans le ganglion paravertébral du tronc sympathique par un rameau communicant blanc peuvent suivre les quatre voies suivantes pour gagner les cibles tissulaires.

Innervation sympathique périphérique au niveau d'origine des fibres préganglionnaires

Les fibres préganglionnaires sympathiques font des synapses avec les neurones moteurs postganglionnaires au sein du ganglion paravertébral. Les fibres postganglionnaires quittent alors le ganglion et empruntent à nouveau le rameau nerveux spinal antérieur pour être envoyées vers différentes régions du corps avec d'autres branches périphériques provenant des rameaux antérieurs et postérieurs (fig. 1.43). Ces fibres innervent différentes structures de la périphérie du corps dans des régions qui dépendent du nerf spinal du niveau considéré. Le **rameau communicant gris**, lui, relie directement le tronc sympathique ou un ganglion paravertébral au rameau nerveux spinal antérieur. Il contient des fibres postganglionnaires. Sa couleur grise lui est conférée par les fibres postganglionnaires amyéliniques. Ce rameau communicant gris est situé en dedans du rameau communicant blanc.

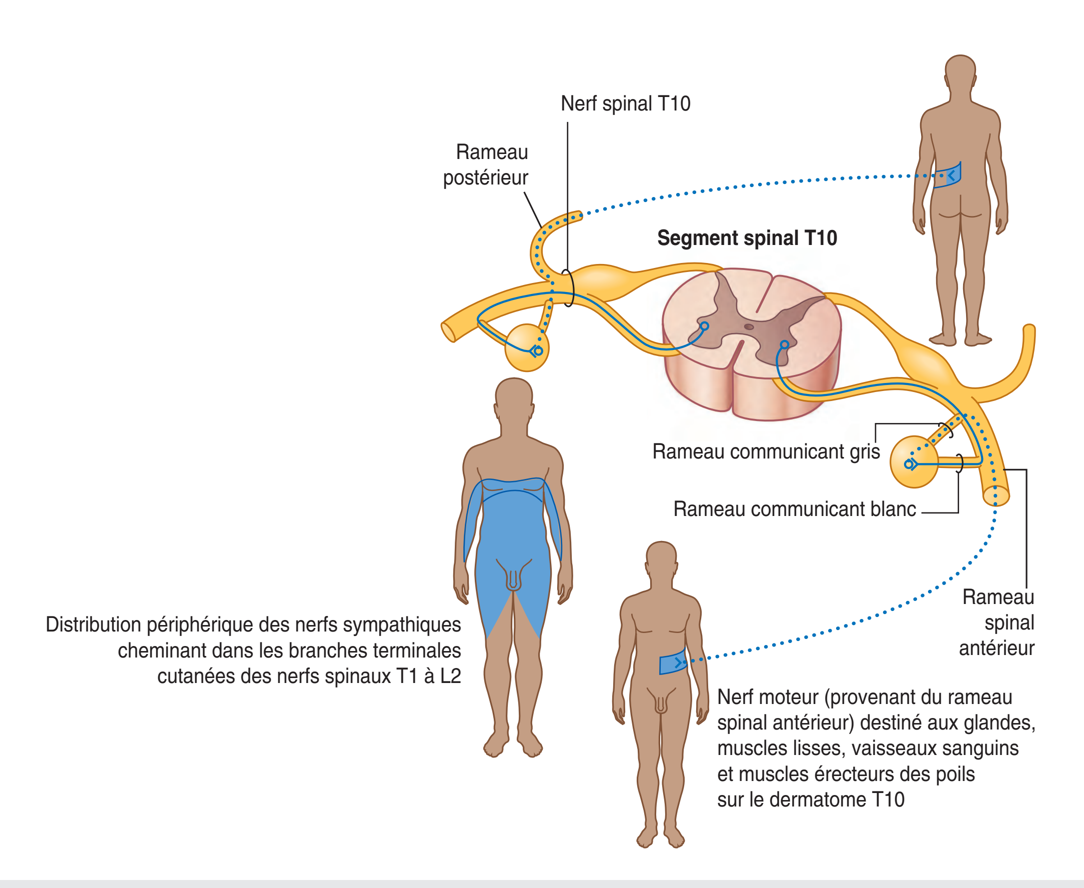


Figure 1.43 Trajet des fibres sympathiques vers la périphérie par le nerf spinal de leur propre niveau d'émergence de la moelle spinale.

Figure 1.44 Trajet des nerfs sympathiques vers la périphérie empruntant d'autres nerfs spinaux que ceux du niveau d'émergence.

Innervation sympathique périphérique au-dessous ou au-dessus du niveau d'origine de la fibre préganglionnaire

Les fibres sympathiques préganglionnaires ont parfois un trajet ascendant ou descendant depuis leur niveau d'émergence vers d'autres niveaux vertébraux. Elles constituent des synapses au sein des ganglions dont les niveaux libèrent ou non des fibres motrices viscérales (c'est-à-dire sur des niveaux autres qu'entre T1 et L2) (fig. 1.44).

Les fibres postganglionnaires quittent les ganglions par le rameau communicant gris et se dispersent entre les rameaux nerveux antérieurs et postérieurs des nerfs spinaux.

Le **tronc sympathique paravertébral**, qui court le long de la colonne vertébrale, est ainsi constitué de l'ensemble des ganglions paravertébraux et des fibres ascendantes et descendantes. Grâce à ce tronc, les fibres motrices du système sympathique (qui appartiennent au système nerveux autonome du SNP) peuvent être distribuées et envoyées vers les différentes régions de l'organisme. Bien que ne provenant que des niveaux de la moelle spinale compris entre T1 et L2, cette innervation sympathique bénéficie aux territoires de tous les nerfs spinaux.

Les rameaux communicants blancs n'existent que pour les niveaux de la moelle spinale compris entre T1 et L2, alors que les rameaux communicant gris existent pour tous les nerfs spinaux.

Les fibres provenant des niveaux de la moelle entre T1 et T5 sont destinées à la partie supérieure du corps, alors que les fibres provenant de T5 à L2 se destinent à la partie inférieure. Toutes les fibres sympathiques destinées à la tête proviennent de fibres préganglionnaires du niveau T1. Ces fibres empruntent les troncs sympathiques et remontent jusqu'au ganglion cervical le plus supérieur (le **ganglion cervical supérieur**). Après le relais avec la fibre postganglionnaire, cette dernière suit le trajet des vaisseaux jusqu'aux divers tissus de la tête, parmi lesquels des vaisseaux, des muscles lisses (dont les muscles des paupières) et le muscle dilatateur de la pupille.

Innervation sympathique des organes thoraciques et cervicaux

Les fibres préganglionnaires sympathiques peuvent également faire synapse avec les neurones moteurs postganglionnaires, puis quitter le ganglion pour aller innerver les organes thoraciques et cervicaux (fig. 1.45). Leur trajet est parfois ascendant dans le tronc sympathique avant et après le relais ganglionnaire. Les fibres postganglionnaires s'associent parfois entre elles pour constituer des nerfs destinés aux organes, tels les nerfs cardiaques. Ces nerfs s'associent à des branches nerveuses du système parasympathique pour constituer les plexus situés contre les organes cibles ou à proximité (par exemple plexus cardiaque, plexus pulmonaire). Les branches nerveuses quittant des plexus innervent les organes. Les organes du crâne, du thorax et du cou sont innervés par les niveaux de la moelle spinale compris entre T1 et T5.

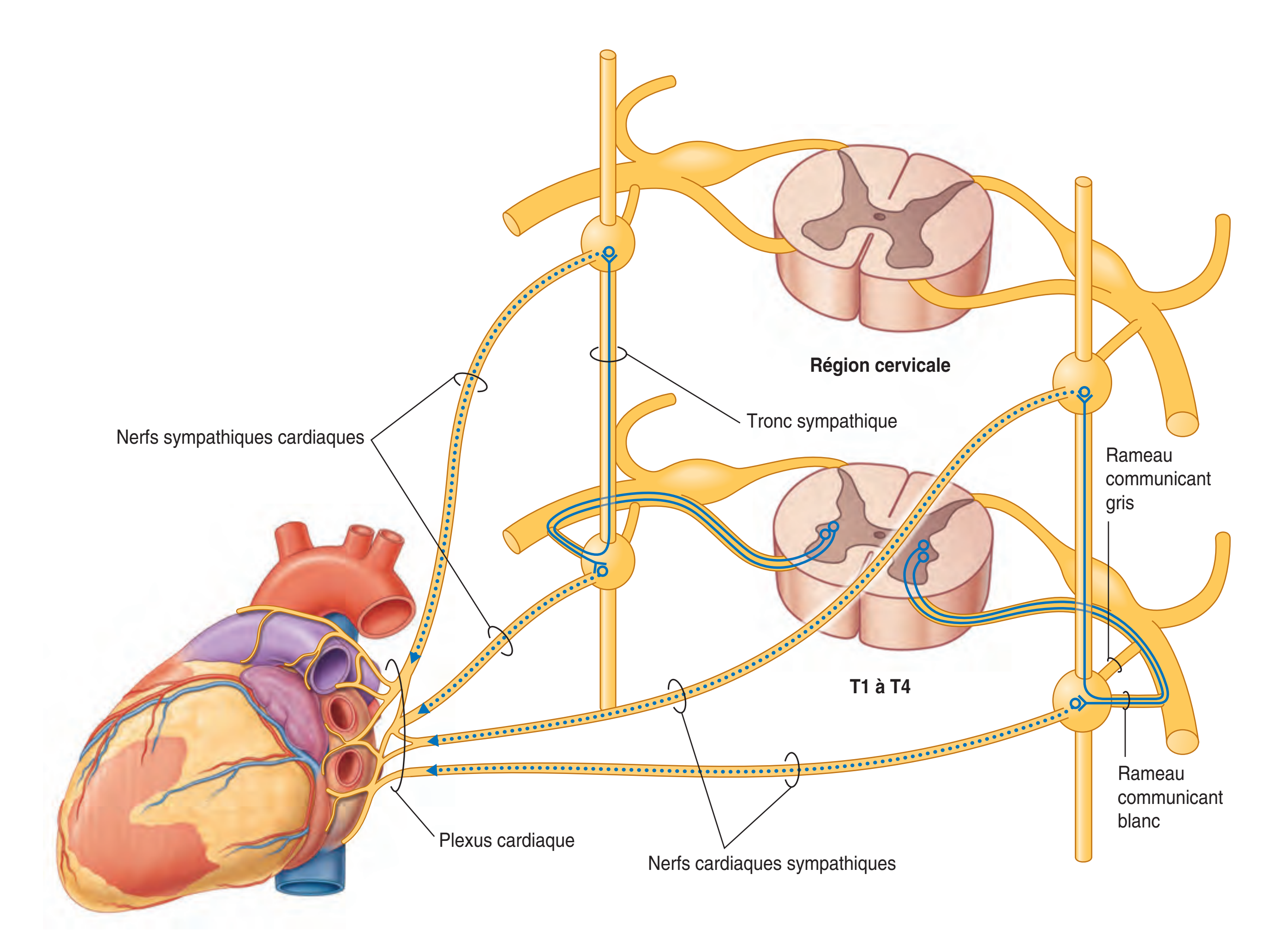


Figure 1.45 Trajet des nerfs sympathiques à destination du cœur.

Innervation sympathique de l'abdomen, du pelvis et des surrénales

Les fibres sympathiques préganglionnaires empruntent parfois le tronc sympathique et les ganglions paravertébraux sans relais synaptique. Ces fibres s'assemblent pour former les **nerfs splanchniques** (**grand**, **petit**, **imus [ou inférieur]**, **lombal** et **sacral**) destinés aux régions abdominales et pelviennes (fig. 1.46). Les fibres préganglionnaires de ces nerfs proviennent des niveaux de la moelle compris entre T5 et L2.

Les nerfs splanchniques font généralement relais au niveau des ganglions situés autour des racines des artères de gros calibre provenant de l'aorte abdominale. Ces ganglions appartiennent à un important plexus prévertébral recevant

T5 à T9
T9 à T10
(T10 à T11)
T12
L1 à L2
Nerf grand splanchnique
Nerf petit splanchnique
Nerf splanchnique imus
Nerf splanchnique lombal
Rameau communicant blanc
Rameau communicant gris
Plexus prévertébral et ganglions
Aorte
Tronc sympathique paravertébral
Organes abdominaux et pelviens
Nerfs splanchniques sacraux

Figure 1.46 Trajet des nerfs sympathiques destinés aux organes abdominaux et pelviens.

également des afférences depuis le système parasympathique du système nerveux autonome. Les fibres sympathiques postganglionnaires quittent ce plexus et courent le long des axes artériels vers les organes abdominaux et pelviens.

Certaines des fibres préganglionnaires du plexus prévertébral ne prennent pas de relais au sein des ganglions sympathiques du plexus mais se rendent directement aux glandes surrénales pour se connecter avec les cellules de la médullo-surrénale. Ces cellules sont analogues à des neurones post-ganglionnaires sympathiques mais sécrètent de l'adrénaline ou de la noradrénaline.

Système parasympathique

La partie parasympathique du système nerveux autonome du SNP (fig. 1.47) provient des régions crânienne et sacrale du SNC et accompagne :

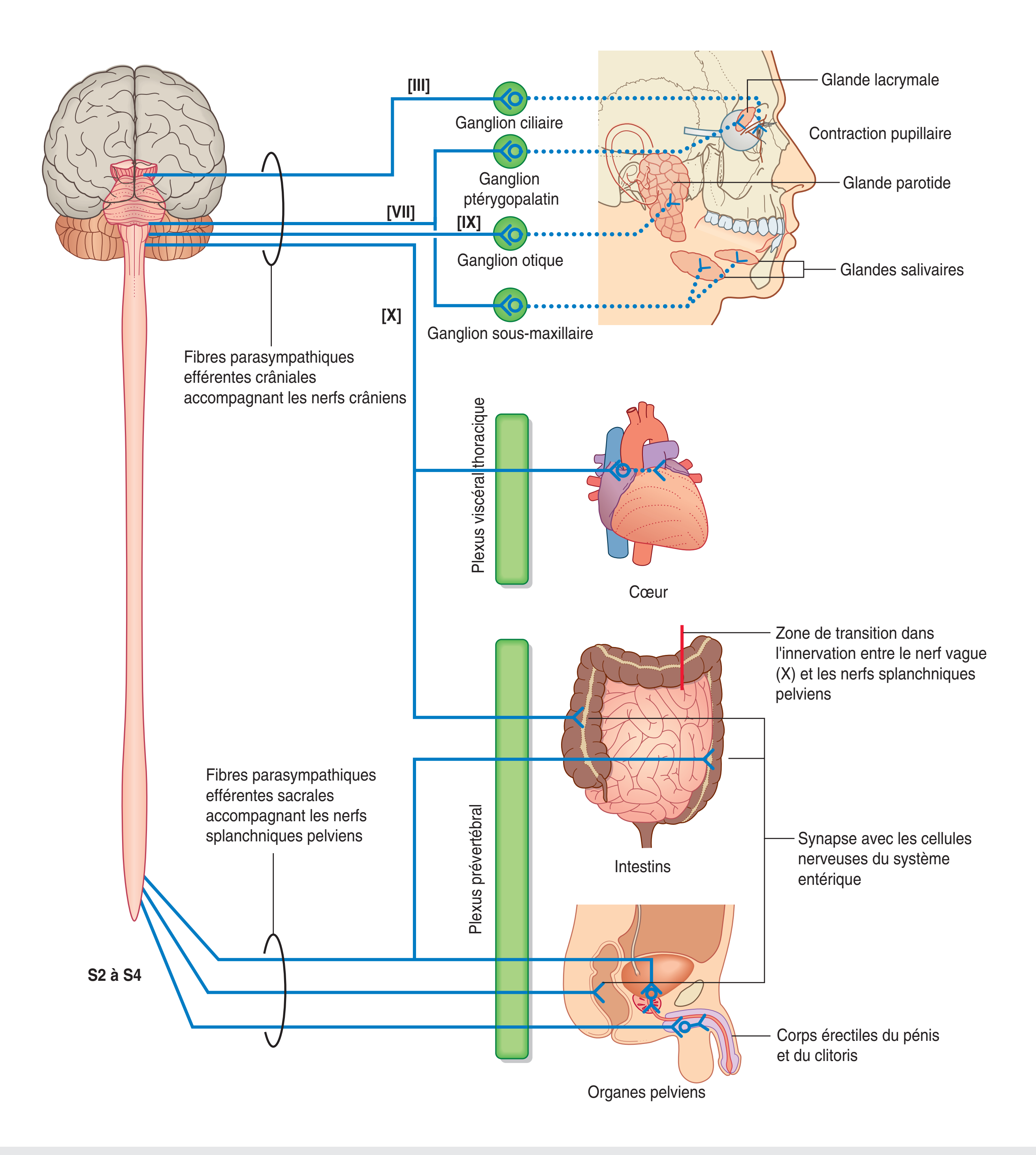


Figure 1.47 Contingent parasympathique du système nerveux autonome appartenant au SNP.

- les nerfs crâniens III, VII, IX et X. Les nerfs crâniens III, VII et IX acheminent les fibres parasympathiques à certains organes de la tête et du cou alors que le nerf vague (X) innerve en plus des organes thoraciques et la plupart des organes abdominaux ;
- les nerfs spinaux compris entre S2 et S4. Les fibres parasympathiques sacrales innervent les organes viscéraux inférieurs, les organes pelviens et les artères des corps érectiles du périnée.

Tout comme les nerfs moteurs viscéraux du système sympathique, les nerfs moteurs viscéraux du système parasympathique empruntent des voies à deux neurones avec un relais synaptique. Les neurones préganglionnaires sont situés dans le SNC et leurs axones quittent le SNC par les nerfs crâniens.

Fibres préganglionnaires parasympathiques sacrales

Dans la région sacrale, les fibres parasympathiques préganglionnaires forment des nerfs viscéraux spécifiques (les **nerfs splanchniques pelviens**) qui proviennent des rameaux antérieurs des racines S2 à S4 et pénètrent la partie pelvienne du plexus prévertébral qui entoure l'aorte abdominale. Ces fibres sont destinées aux organes pelviens et abdominaux proches des vaisseaux. Les neurones moteurs postganglionnaires sont situés dans la paroi des organes. En revanche, en ce qui concerne les intestins, les fibres préganglionnaires n'ont pas de relais parasympathique postganglionnaire ; les synapses se font directement sur les neurones du ganglion entérique.

Fibres préganglionnaires parasympathiques des nerfs crâniens

Les fibres motrices préganglionnaires parasympathiques des nerfs crâniens III, VII et IX se séparent du reste des nerfs et pénètrent dans l'un des quatre ganglions de cette région pour se connecter avec les neurones moteurs postganglionnaires. Ces quatre ganglions sont situés à proximité des branches principales du nerf V. Les fibres postganglionnaires quittent alors le ganglion, s'associent aux fibres du nerf et rejoignent leur organe cible (tissus salivaire et muqueux, glandes lacrymales ; muscle pupillaire ; muscles ciliaires).

Le nerf vague (X) donne des branches viscérales le long de son trajet. Ces branches participent à la formation des plexus destinés aux organes thoraciques ou au plexus prévertébral de l'abdomen et du pelvis. Nombre de ces plexus contiennent également des fibres sympathiques.

Lorsqu'ils sont présents, les neurones parasympathiques postganglionnaires sont situés dans la paroi des organes cibles.

Innervation viscérale sensitive (afférences viscérales)

Les fibres sensitives viscérales accompagnent habituellement les fibres motrices viscérales.

Fibres sensitives viscérales accompagnant les fibres sympathiques

Les fibres sensitives viscérales suivent le trajet des fibres sympathiques et entrent dans la moelle spinale aux mêmes niveaux segmentaires. Néanmoins, ces fibres sensitives peuvent également entrer dans la moelle à des niveaux différents de ceux des nerfs moteurs associés. Ainsi, les fibres sensitives viscérales du cœur peuvent gagner la moelle à des niveaux plus élevés qu'en T1. Les fibres sensitives viscérales accompagnant les fibres sympathiques ont pour rôle essentiel la détection de la douleur.

Fibres sensitives viscérales accompagnant les fibres parasympathiques

Ces fibres sont contenues dans les nerfs IX et X ainsi que dans les nerfs spinaux S2 à S4.

Les fibres sensitives viscérales du nerf IX transmettent les informations provenant des chémorécepteurs et des barorécepteurs situés dans les parois des artères principales du cou et dans le pharynx.

Les fibres sensitives viscérales du nerf X proviennent des organes du cou, des vaisseaux principaux, et des organes du thorax et de l'abdomen.

Les fibres sensitives viscérales pelviennes et de la partie terminale du côlon cheminent dans les racines S2 à S4.

Les fibres sensitives viscérales qui accompagnent des fibres parasympathiques sont essentiellement impliquées dans la transmission au SNC d'informations concernant le déroulement d'événements physiologiques normaux au sein des organes ou les activités réflexes.

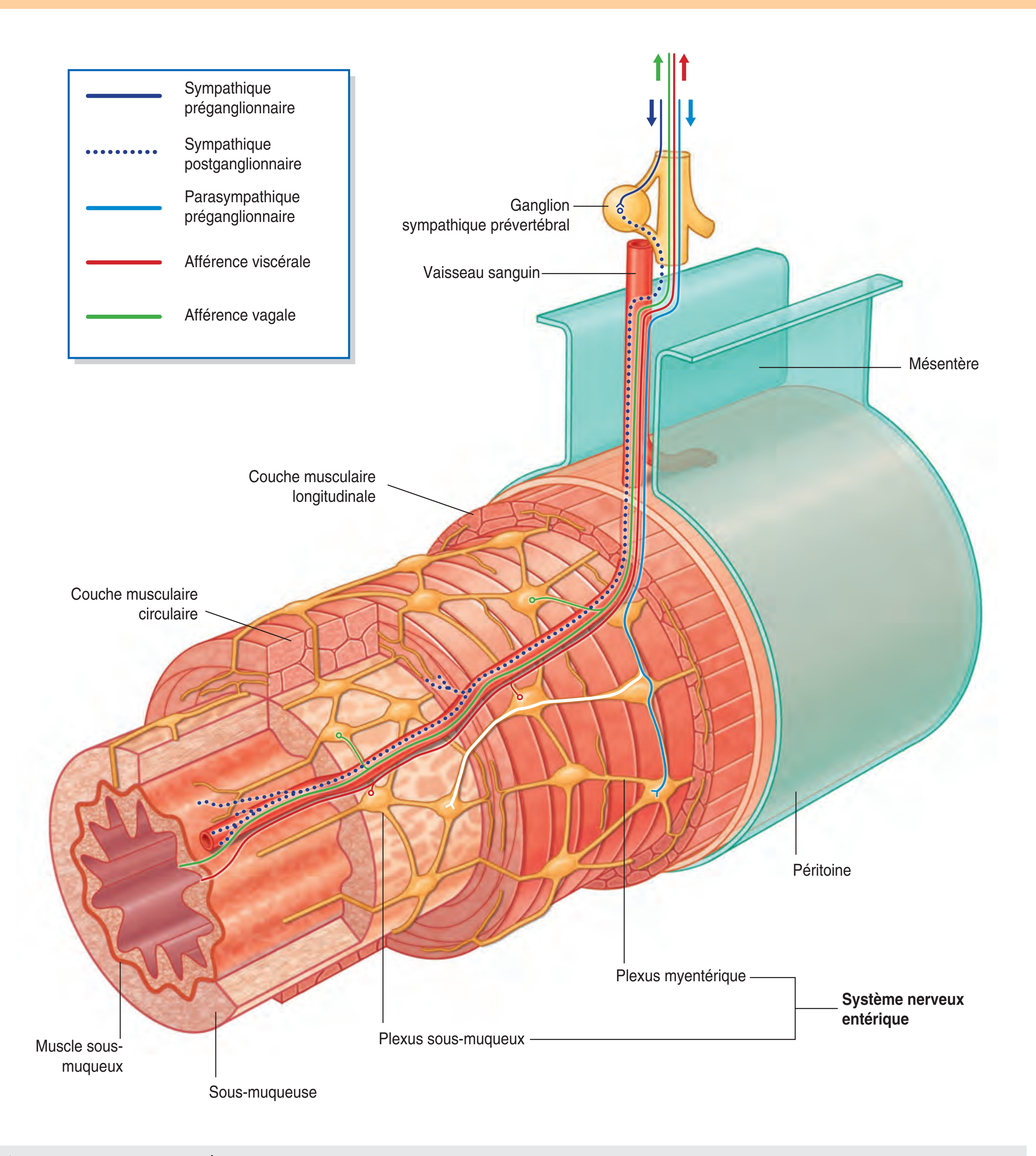


Figure 1.48 Partie entérique du système nerveux.

Système entérique

Le système nerveux entérique comporte des neurones sensitifs et moteurs organisés en plexus interconnectés : les **plexus myentérique** et **sous-muqueux** situés dans les parois des intestins (fig. 1.48). Chacun de ces plexus contient :

- des ganglions comprenant les corps cellulaires des cellules nerveuses ainsi que d'autres cellules de soutien ;
- des réseaux de fibres nerveuses passant entre les ganglions et étendus dans les tissus voisins.

Les neurones du système entérique proviennent des cellules des crêtes neurales situées dans les régions occipitocervicale et sacrale. Ces neurones du système entérique ont la réputation d'être en plus grand nombre que la totalité des neurones de la moelle spinale.

Les neurones sensitifs et moteurs au sein du système entérique régulent les activités réflexes des différentes parties du système gastro-intestinal. Ces réflexes contrôlent le péristaltisme, la sécrétion et le tonus vasculaire. Ces activités réflexes fonctionnent indépendamment du contrôle cérébral ou de la moelle spinale. Néanmoins, elles peuvent être modifiées par les influx parasympathiques préganglionnaires ou sympathiques postganglionnaires.

Les informations sensitives provenant du système entérique sont renvoyées au SNC par les fibres sensitives viscérales.

Plexus nerveux

Les plexus nerveux sont de nature somatique ou viscérale. Ils comprennent des fibres provenant de différents niveaux de la moelle et de différentes origines nerveuses, ce qui leur permet de reconstituer des nerfs aux destinations diverses (fig. 1.49). Les plexus entériques génèrent également des activités réflexes indépendantes du SNC.

Plexus somatiques

Les principaux plexus somatiques issus des rameaux antérieurs des nerfs spinaux sont les plexus cervical (C1 à C4), brachial (C5 à T1), lombal (L1 à L4), sacral (L4 à S4) et coccygien (S5 à Co). Les rameaux antérieurs des nerfs spinaux thoraciques ne participent pas à la formation des plexus, à l'exception du nerf spinal T1.

Plexus viscéraux

Les nerfs des plexus viscéraux se forment en même temps que les organes viscéraux. Ils contiennent des fibres afférentes et des fibres efférentes (sympathiques et parasympathiques) (fig. 1.49). Ces plexus comptent les plexus cardiaque et pulmonaire dans le thorax ainsi qu'un important plexus prévertébral abdominal en avant de l'aorte et étendu vers le bas jusque sur les parois latérales du pelvis. Ce plexus volumineux reçoit et envoie des fibres vers tous les organes abdominaux et pelviens.

En clinique

Douleur projetée

La douleur projetée (ou référée) survient lorsque l'information sensorielle parvenue à la moelle spinale à partir d'un site précis du corps est interprétée par le SNC comme venant d'un autre site dont les fibres nerveuses dépendent du même niveau de la moelle spinale. Souvent, ce phénomène se produit lorsque l'information douloureuse vient d'une région comme les intestins qui ont une faible quantité de fibres sensitives. Ces fibres afférentes en petit nombre convergent vers des neurones à un niveau de la moelle spinale correspondant qui reçoivent également des fibres nombreuses venues d'une région cutanée. La douleur venue d'une région à faible innervation peut alors être perçue comme venant d'une région plus riche en fibres nerveuses.

La douleur est le plus souvent projetée d'une région viscérale à une région d'innervation somatique dépendant du même niveau de la moelle spinale.

La douleur peut aussi être projetée d'une région somatique à l'autre. Par exemple, l'irritation du péritoine à la face inférieure du diaphragme, qui est innervé par le nerf phrénique, peut être projetée au niveau de l'épaule, qui est innervée par des nerfs somatiques venus du même niveau de la moelle spinale.

AUTRES SYSTÈMES

Une information spécifique sur l'organisation et les éléments qui constituent les systèmes respiratoire, gastro-intestinal et urogénital sera présentée dans chacun des chapitres suivants de cet ouvrage.

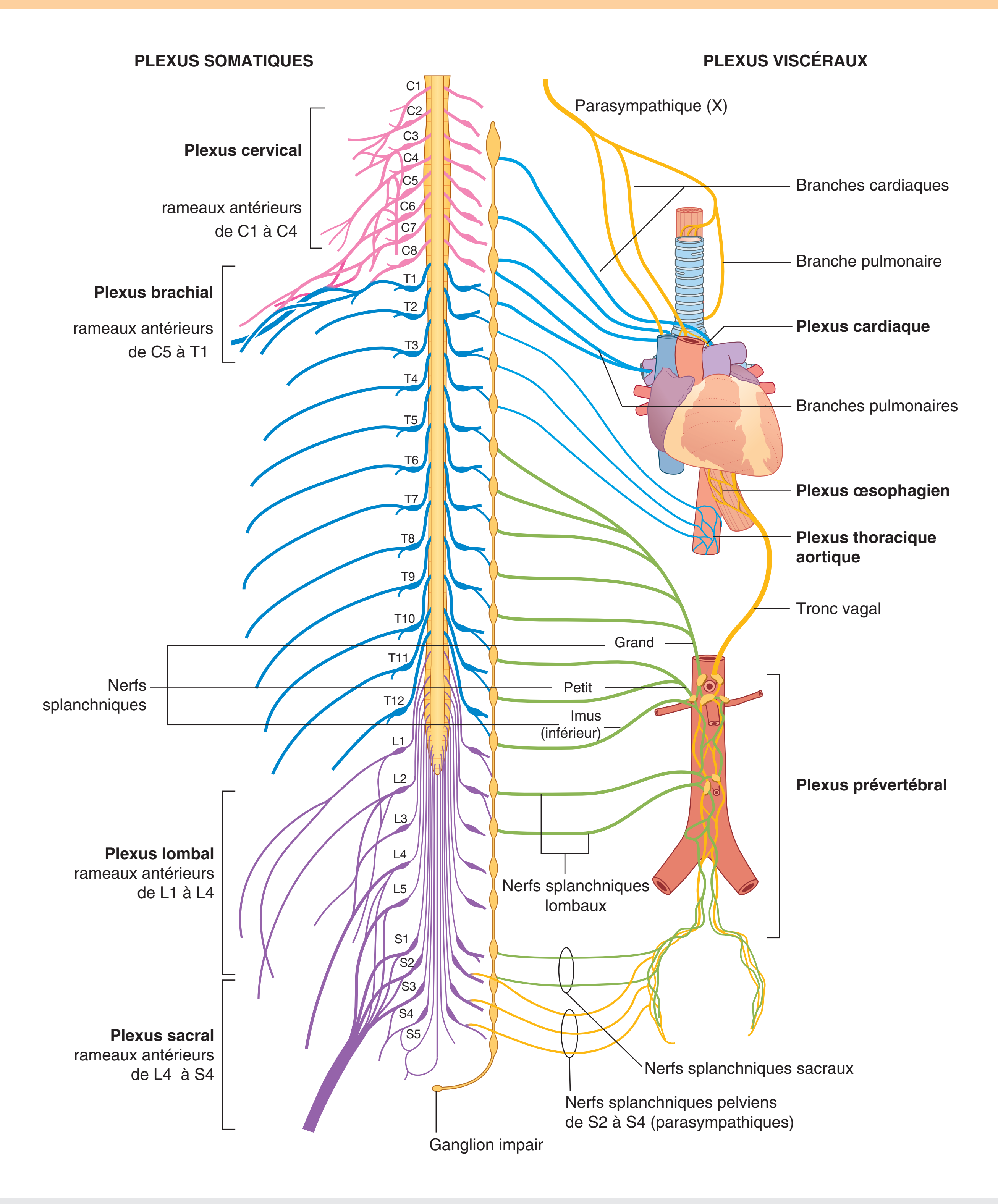


Figure 1.49 Plexus nerveux.

Cas cliniques

Cas 1

APPENDICITE

Un jeune homme se présente aux urgences se plaignant de douleurs abdominales diffuses de type crise colique. La douleur devient continue et se localise dans la fosse iliaque droite. Il est pris en charge par un chirurgien viscéral et une appendicectomie est réalisée, retrouvant un appendice inflammatoire. Les suites opératoires sont simples.

Lorsque l'appendice présente une réaction inflammatoire, les fibres sensitives viscérales sont stimulées. Ces fibres gagnent la moelle spinale avec les fibres sympathiques au niveau de la moelle spinale en T10. La douleur est alors perçue sur le dermatome T10 qui correspond à la région ombilicale (fig. 1.50). La douleur est perçue de manière diffuse dans cette région cutanée ; dès qu'une ondulation péristaltique traverse la région iléocæcale, la douleur revient. Cette douleur intermittente et récidivante est qualifiée de douleur colique.

À un stade plus avancé de la pathologie, l'appendice entre en contact avec, et irrite, le péritoine pariétal de la fosse iliaque droite innervé par des nerfs sensitifs somatiques. La douleur qui est perçue est constante et localisée. Elle prédomine sur la douleur colique précédemment décrite. Le patient ne perçoit plus la douleur projetée dans le dermatome T10.

Cette description est celle d'une douleur appendiculaire évolutive typique. Néanmoins, les caractéristiques de la douleur appendiculaire peuvent varier. L'appendice a une position rétrocæcale dans près de 70 % des cas ; ainsi, l'appendice peut ne jamais entrer en contact avec le péritoine pariétal antérieur de la fosse iliaque droite. Par ailleurs, l'appendice est parfois très long et se retrouve au contact d'autres organes abdominaux. Le patient peut ainsi décrire d'autres symptômes (par exemple, un appendice inflammatoire au contact de l'uretère est responsable de symptômes urinaires) a priori non évocateurs d'une appendicite.

Bien que l'appendicite soit une pathologie fréquente, d'autres pathologies intra-abdominales ou pelviennes peuvent être révélées par les mêmes symptômes.

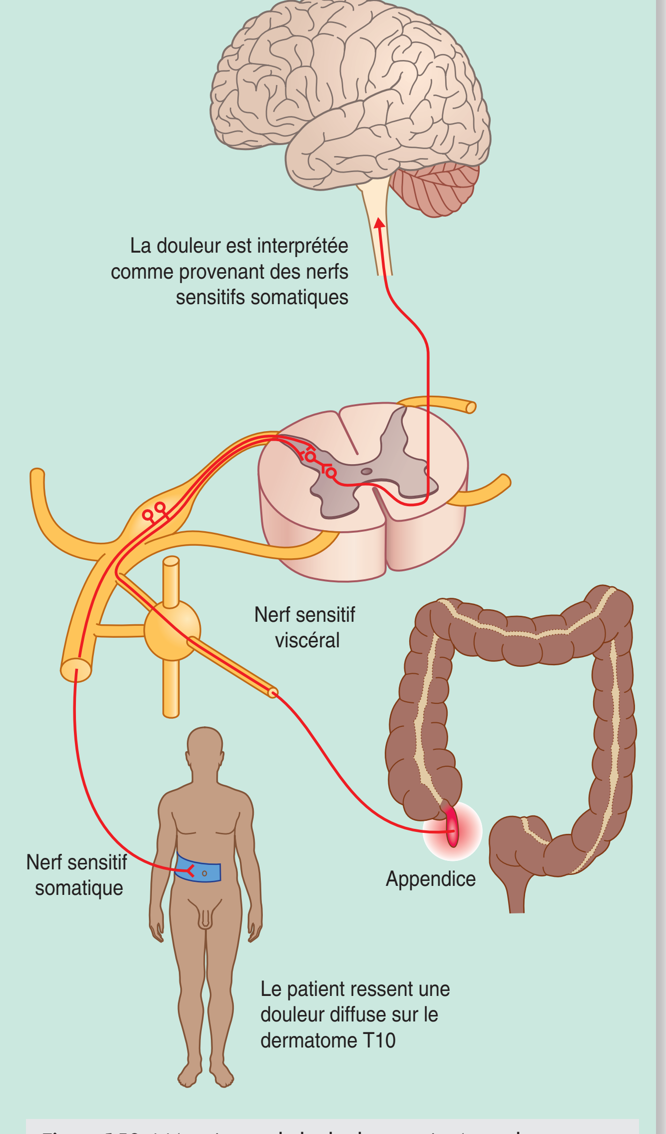


Figure 1.50 Mécanismes de la douleur projetée sur le dermatome T10 au cours d'une appendicite.

2

Dos

Frédéric Sailhan, Anne-Claire Tobenas-Dujardin

Vue globale

INTRODUCTION

Le dos représente la partie postérieure du corps et constitue l'axe musculosquelettique qui soutient le tronc. Cet axe musculosquelettique est communément appelé la «colonne vertébrale» ou encore le «rachis». Les vertèbres constituent les éléments osseux principaux du dos, bien que le segment proximal des côtes, la partie supérieure du pelvis et la base du crâne participent également à l'édifice architectural osseux du dos (fig. 2.1).

Les muscles du dos relient les côtes entre elles ainsi que les os coxaux et les os du crâne. Le dos renferme la moelle spinale et la partie initiale des nerfs spinaux qui reçoivent et envoient les informations au reste du corps.

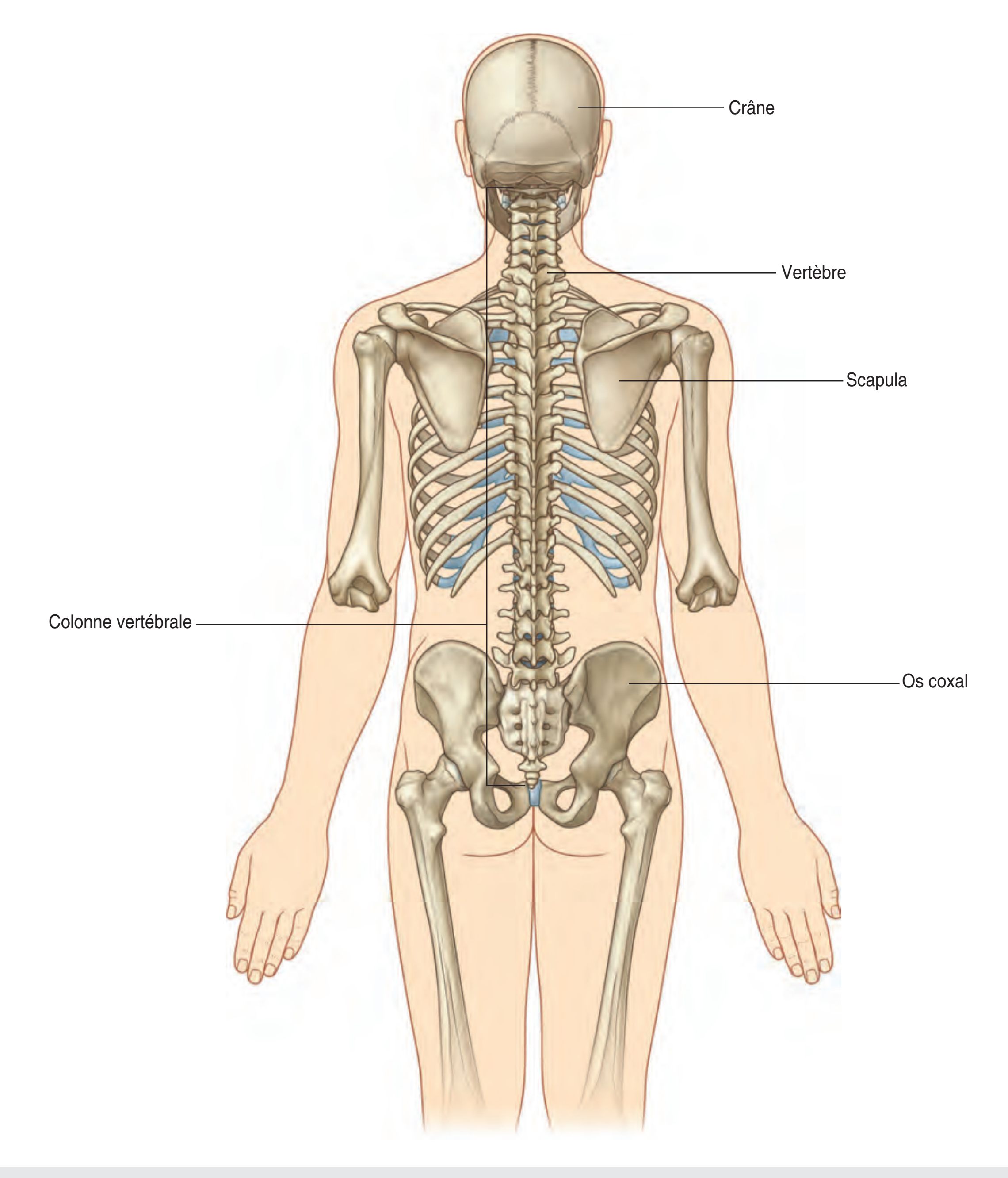


Figure 2.1 Architecture squelettique du dos.

FONCTIONS

Support mécanique

Le squelette et les muscles du dos soutiennent le poids du corps, transmettent les forces aux membres inférieurs par l'intermédiaire du pelvis, positionnent et soutiennent la tête et, enfin, articulent et relient les membres supérieurs. La colonne vertébrale occupe la partie postérieure du corps, sur sa ligne médiane. De profil, on lui distingue plusieurs courbures (fig. 2.2) :

- la courbure primaire de la colonne vertébrale est concave en avant, reproduisant la courbure antérieure initiale de l'embryon ; on la retrouve dans les régions thoracique et sacrale chez l'adulte ;
- les courbures secondaires, concaves en arrière, se développent dans les régions cervicale et lombale, et ramènent ainsi le centre de gravité sur une ligne verticale. Cela permet au poids du corps d'être réparti autour de la colonne vertébrale de telle sorte que les efforts musculaires permettant de maintenir l'équilibre en station verticale bipodale soient les plus économiques possible.

Les contraintes mécaniques augmentent de la région cervicale à la région lombale, où les pathologies sont ainsi plus fréquentes.

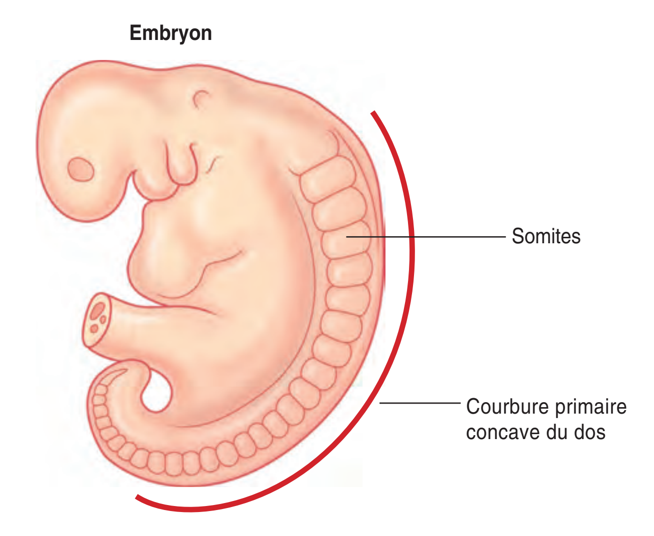
Mouvement

Les muscles du dos sont répartis en muscles extrinsèques et intrinsèques :

- les muscles extrinsèques mobilisent les membres supérieurs et les côtes ;
- les muscles intrinsèques maintiennent la posture et mobilisent la colonne vertébrale : mouvements de flexion (inclinaison antérieure), extension, flexion latérale et rotation (fig. 2.3).

L'amplitude de mouvement entre deux vertèbres voisines est faible, mais cette amplitude est cumulative entre les segments vertébraux adjacents tout le long de la colonne vertébrale. Enfin, les mobilités, en particulier l'extension, dans le secteur thoracique sont limitées en comparaison des mobilités du secteur lombal. Les muscles antérieurs à la colonne vertébrale permettent la flexion de cette dernière.

Les deux premières vertèbres de la région cervicale, ainsi que les muscles qui y sont associés, ont une organisation spécifique leur permettant de soutenir et de positionner la tête. La tête se déplace en flexion et en extension sur la vertèbre CI alors que les mouvements de rotation de la tête se produisent dans l'articulation entre CI et CII (fig. 2.3).



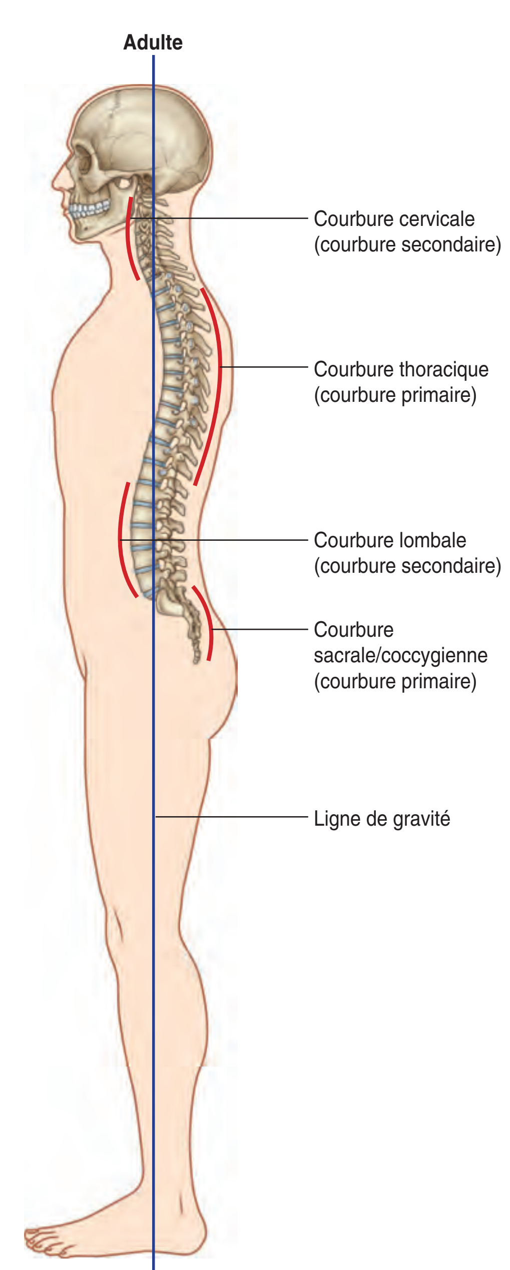


Figure 2.2 Courbures de la colonne vertébrale.

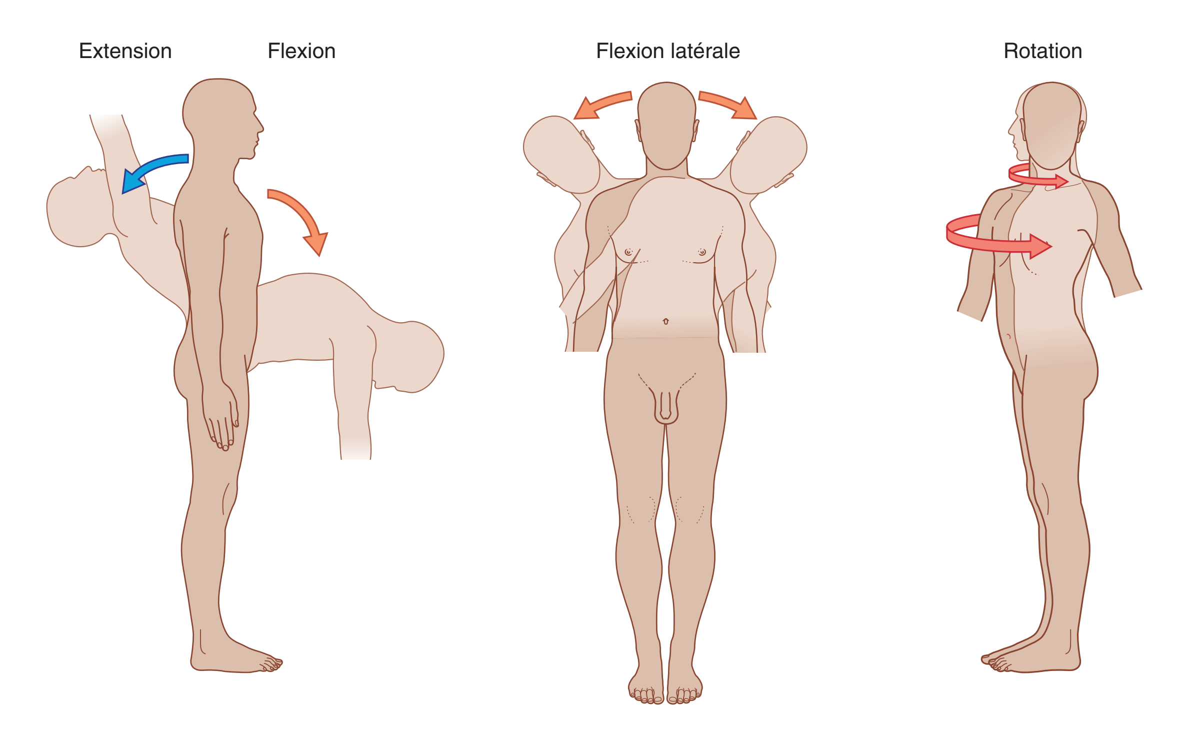


Figure 2.3 Mouvements du dos.

Protection du système nerveux central et du système nerveux périphérique

La colonne vertébrale ainsi que les parties molles de la région du dos renferment la moelle spinale et le segment proximal des nerfs spinaux (fig. 2.4). La partie plus distale de ces nerfs spinaux traverse ensuite différentes régions du corps (selon leur destination), dont parfois des régions de la tête.

ÉLÉMENTS ANATOMIQUES

Os

Le dos comporte 33 vertèbres (fig. 2.5). Le nombre et les caractéristiques de ces vertèbres varient avec leur position le long de la colonne vertébrale. On compte sept vertèbres cervicales, douze vertèbres thoraciques, cinq vertèbres lombales, cinq sacrales et trois ou quatre vertèbres coccygiennes. Les vertèbres sacrales sont fusionnées pour ne constituer qu'un seul bloc osseux, le sacrum. Les vertèbres coccygiennes, au nombre de trois ou quatre, ont une structure rudimentaire et sont le plus souvent fusionnées pour ne constituer qu'un seul os, le coccyx.

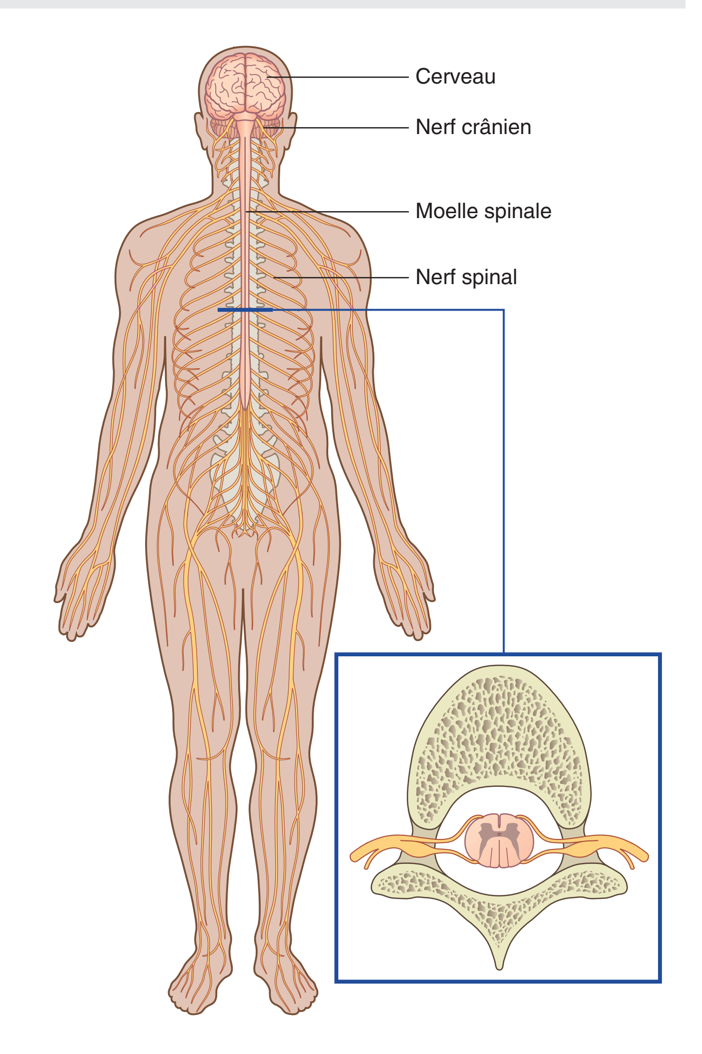


Figure 2.4 Système nerveux.

Figure 2.5 Vertèbres.

Vertèbre type

Une vertèbre est composée d'un corps vertébral et d'un arc vertébral (fig. 2.6).

Le corps vertébral occupe la partie antérieure de la vertèbre et supporte l'essentiel des contraintes mécaniques de la vertèbre. La taille du corps vertébral augmente de CII à LV. Les disques intervertébraux, de nature fibrocartilagineuse, séparent les corps vertébraux des vertèbres adjacentes.

L'arc vertébral est solidement relié à la face postérieure du corps vertébral par les deux pédicules vertébraux. Les pédicules constituent les piliers latéraux de l'arc vertébral. Le toit de l'arc vertébral est formé par les deux lames (droite et gauche) qui s'unissent sur la ligne médiane.

Les arcs vertébraux des vertèbres sont empilés pour former les murs latéraux et postérieur du canal vertébral qui s'étend de la première vertèbre cervicale (CI) à la dernière vertèbre sacrale (vertèbre sacrale SV). Ce canal osseux contient la moelle spinale et ses enveloppes protectrices, les vaisseaux sanguins irriguant la moelle, le tissu fibreux, la graisse et le segment proximal des nerfs spinaux (nerfs rachidiens).

L'arc vertébral d'une vertèbre présente des caractéristiques anatomiques communes à toutes les vertèbres :

- des zones d'insertion pour les muscles et les ligaments ;
- des leviers pour l'action des muscles ;
- des surfaces articulaires pour s'articuler avec les vertèbres adjacentes.

Partant du toit de l'arc vertébral, le processus épineux se projette généralement vers l'arrière et vers le bas.

De part et d'autre de l'arc vertébral, à l'endroit où la lame et le pédicule se rencontrent, un processus transverse est développé latéralement. Du même endroit naissent le processus articulaire supérieur et le processus articulaire inférieur qui s'articulent en haut et en bas avec les processus articulaires correspondant des vertèbres adjacentes.

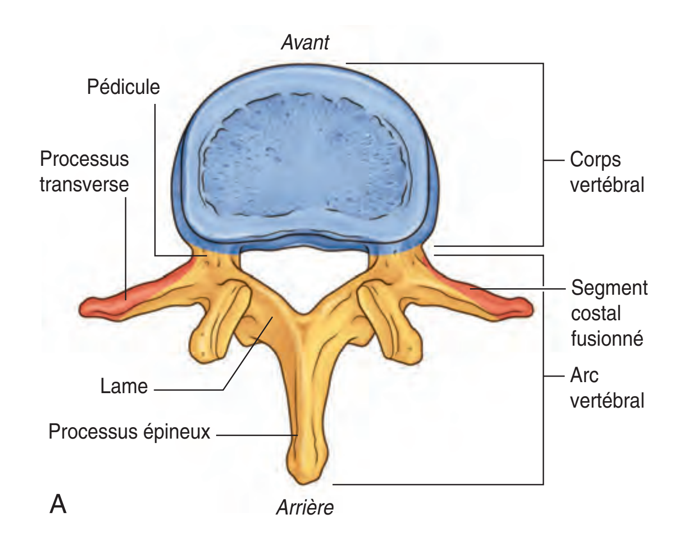
Chaque vertèbre comporte également des éléments provenant des côtes. Dans le thorax, ces éléments costaux sont grands et supportent les côtes, et s'articulent avec le corps vertébral et les processus transverses. Dans les autres régions de la colonne vertébrale (cervicale, lombale), ces éléments sont de petite taille et font partie intégrante du processus transverse. Parfois, dans les régions lombale haute et cervicale basse, ces éléments costaux peuvent donner une côte complète (elle est alors dite surnuméraire).

Muscles

D'après leur origine embryologique et leur innervation, les muscles du dos peuvent être divisés en deux groupes : les muscles extrinsèques et les muscles intrinsèques (fig. 2.7).

Les muscles extrinsèques assurent les mouvements des membres supérieurs et de la paroi thoracique. Ils sont le plus souvent innervés par les rameaux nerveux antérieurs des nerfs spinaux. Le groupe superficiel de ces muscles extrinsèques est relié aux membres supérieurs alors que le groupe intermédiaire intéresse la paroi thoracique.

Les muscles intrinsèques du dos représentent le groupe musculaire profond et leur innervation est assurée par les rameaux nerveux postérieurs des nerfs spinaux. Ces muscles soutiennent et mobilisent la colonne vertébrale ainsi que la tête. Certains de ces muscles intrinsèques permettent enfin les mouvements des côtes par rapport aux vertèbres.



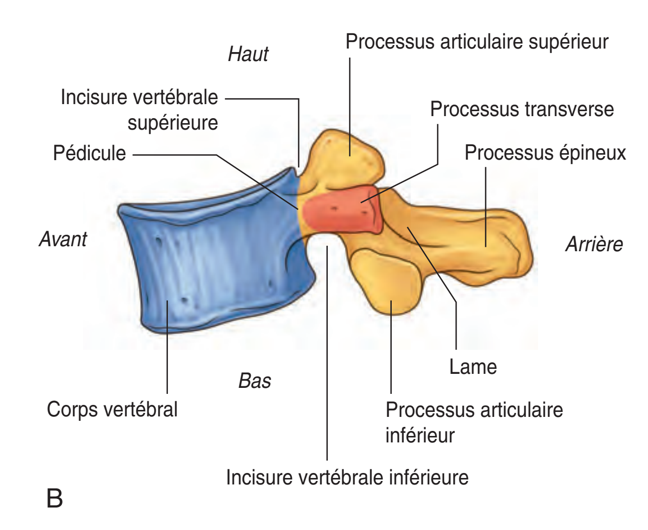


Figure 2.6 Vertèbre type. **A.** Vue supérieure. **B.** Vue latérale.

Muscle trapèze
Muscle élévateur de la scapula
Muscle petit rhomboïde
Muscle grand rhomboïde
Muscle grand dorsal
Muscle dentelé postérosupérieur
Muscle dentelé postéro-inférieur

Groupe superficiel

Groupe intermédiaire

Muscles extrinsèques
Innervés par les rameaux antérieurs des nerfs spinaux et le nerf crânien XI (muscle trapèze)

A

Muscles suboccipitaux de la tête
Muscles splénius
Muscles érecteurs du rachis
Muscle longissimus
Muscle iliocostal
Muscle épineux

Groupe profond

Muscles intrinsèques
Véritables muscles du dos, innervés par les rameaux postérieurs des nerfs spinaux

B

Figure 2.7 Muscles du dos. **A.** Muscles extrinsèques. **B.** Muscles intrinsèques.

Canal vertébral

La moelle spinale est contenue dans un canal osseux formé par l'empilement des vertèbres adjacentes et par les parties molles environnantes (le canal vertébral) (fig. 2.8) :

- le corps vertébral de chaque vertèbre, les disques intervertébraux et les ligaments qui y sont associés constituent le mur antérieur du canal vertébral ;
- les arcs vertébraux et leurs ligaments associés constituent les parois latérales et le toit du canal vertébral.

Au sein du canal vertébral, la moelle spinale est entourée de trois membranes conjonctives (les méninges spinales) :

- la pie-mère est la membrane la plus profonde ; elle est intimement liée à la surface de la moelle spinale ;
- la deuxième membrane, l'arachnoïde, est séparée de la pie-mère par l'espace subarachnoïdien qui est rempli de liquide cérébrospinal ;
- la troisième membrane, la plus épaisse et la plus superficielle, est la dure-mère spinale. Elle repose directement contre l'arachnoïde, sans y être attachée.

Au sein du canal vertébral, la dure-mère spinale est séparée des parois du canal vertébral osseux par l'espace épidural (ou extradural). Cet espace virtuel comprend du tissu graisseux, un tissu conjonctif lâche et le plexus veineux épidural.

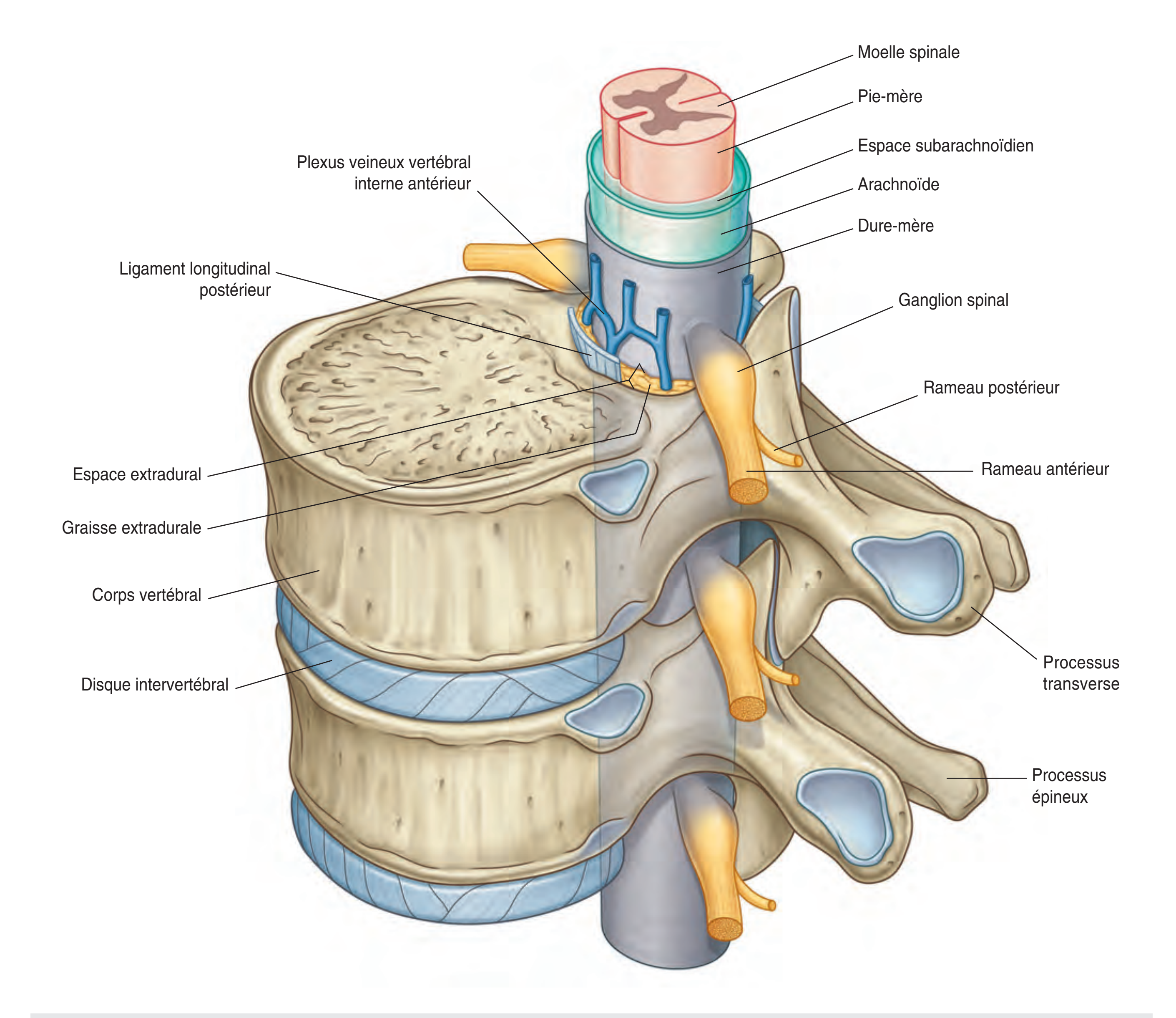


Figure 2.8 Canal vertébral.



Nerfs spinaux

Les 31 paires de nerfs spinaux (ou nerfs rachidiens) ont une distribution segmentaire. Ils sortent du canal vertébral entre les pédicules de deux vertèbres adjacentes. On compte huit paires de nerfs spinaux cervicaux (C1 à C8), douze paires de nerfs thoraciques (T1 à T12), cinq paires lombales (L1 à L5), cinq paires sacrales (S1 à S5) et une paire de nerfs spinaux coccygiens (Co). Chaque nerf spinal est attaché à la moelle spinale par une racine antérieure et une racine postérieure (fig. 2.9).

À la sortie du canal vertébral, chaque nerf spinal donne, par division :

- un rameau postérieur, plus petit. Les rameaux spinaux postérieurs innervent le dos ;
- un rameau antérieur, plus gros. Les rameaux spinaux antérieurs innervent les autres régions du corps, à l'exception de la tête dont l'innervation est assurée pour la plus grande part par les nerfs crâniens.

La réunion des rameaux spinaux antérieurs constitue les plexus somatiques principaux (plexus cervical, brachial, lombal et sacral) ainsi que l'essentiel du contingent destiné aux viscères du système nerveux périphérique (SNP) (tronc sympathique et plexus prévertébral).

Figure 2.9 Nerfs spinaux (coupe transversale).

RAPPORTS AVEC LES AUTRES RÉGIONS

Tête

La région cervicale du dos comporte le squelette et une grande partie des muscles du cou qui, lui-même, soutient et mobilise la tête (fig. 2.10).

Le cerveau et les méninges crâniennes sont en continuité avec les méninges de la moelle spinale par l'intermédiaire du foramen magnum du crâne. La paire d'artères vertébrales, une de chaque côté, est ascendante au travers des foramens des processus transverses des vertèbres cervicales. Ces artères vertébrales traversent ensuite le foramen magnum et participent, avec les artères carotides internes, à la vascularisation du cerveau.

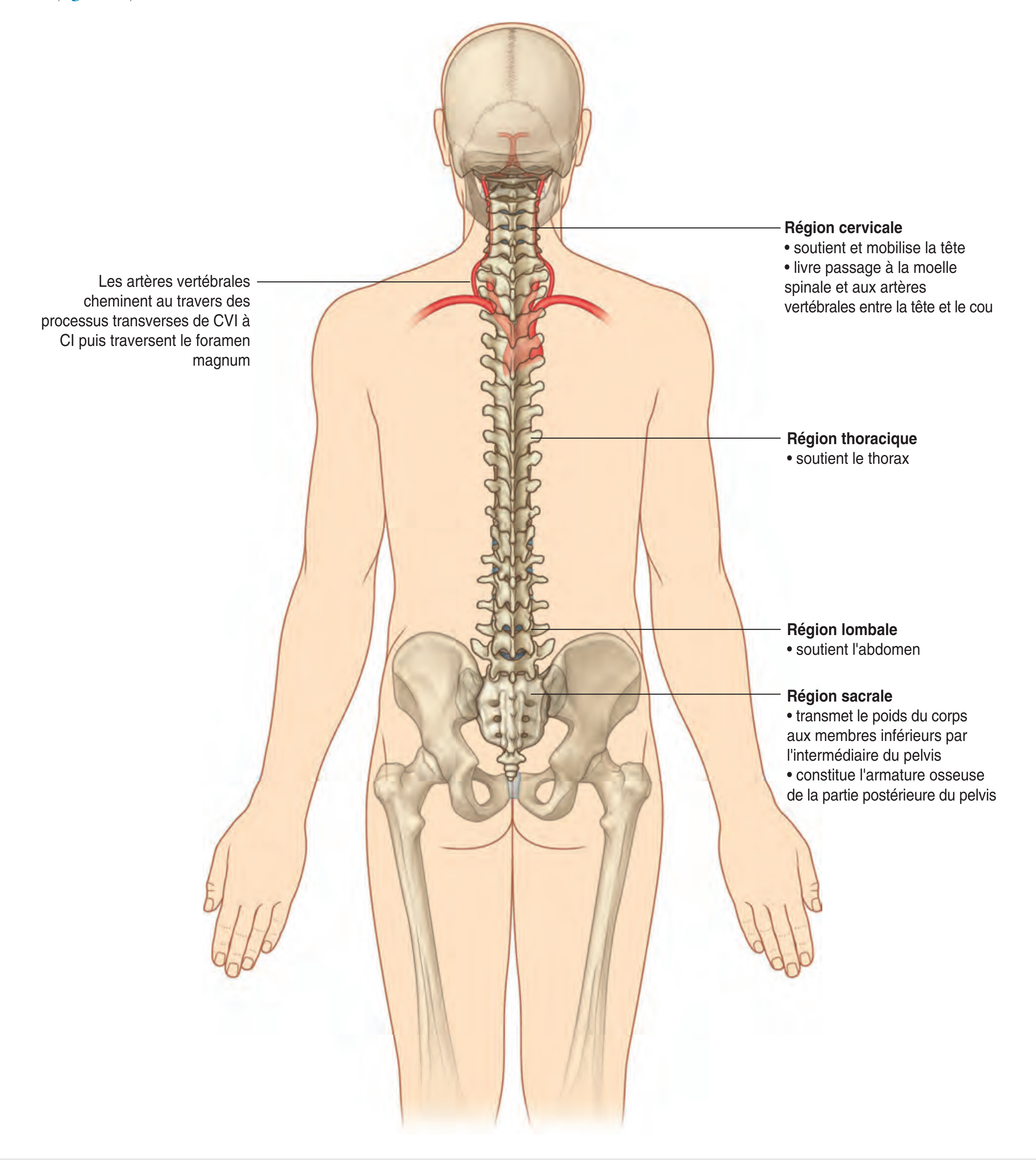


Figure 2.10 Relations entre le dos et les autres régions du corps.



Thorax abdomen et pelvis

Les différentes régions de la colonne vertébrale participent à l'architecture squelettique du thorax, de l'abdomen et du pelvis (fig. 2.10). En plus de ce rôle de charpente osseuse, les vertèbres sont les supports d'insertions des muscles et des fascias musculaires, et s'articulent enfin avec d'autres os. Les rameaux antérieurs des nerfs spinaux proviennent du dos et rejoignent, selon leur affectation, le thorax, l'abdomen ou le pelvis.

Membres

Les os du dos permettent les insertions de nombreux groupes musculaires qui assurent l'ancrage des membres sur le tronc ainsi que les mouvements des membres supérieurs. Cela est moins vrai pour les membres inférieurs qui, eux, sont fermement reliés à la colonne vertébrale par les articulations entre les os du pelvis et le sacrum. Les membres supérieurs et inférieurs sont innervés par les rameaux antérieurs des nerfs spinaux provenant respectivement des niveaux cervical et lombosacral de la colonne vertébrale.

POINTS CLÉS

Une colonne vertébrale longue contenant une moelle spinale courte

Pendant le développement embryologique, la colonne vertébrale croît bien plus rapidement que la moelle spinale. Ainsi, en fin de croissance, la moelle spinale ne s'étend pas sur toute la longueur du canal vertébral (fig. 2.11).

Chez l'adulte, la moelle spinale se termine habituellement entre les vertèbres LI et LII, bien qu'elle puisse se terminer plus haut, au niveau de la vertèbre TXII, ou, plus bas, entre les vertèbres LII et LIII.

Les nerfs spinaux proviennent de la moelle spinale avec un angle d'émergence qui augmente progressivement de la vertèbre CI à CVII. La racine nerveuse, avant de sortir par le foramen intervertébral, chemine dans le canal vertébral sur une distance de plus en plus grande de CI à CVII. Ainsi, le niveau d'émergence de la racine depuis la moelle spinale est de plus en plus éloigné du niveau vertébral de sortie du canal. Ce phénomène est particulièrement marqué pour les racines lombales et sacrales.

Figure 2.11 Canal vertébral, moelle spinale et nerfs spinaux.

Foramens intervertébraux et nerfs spinaux

Chacun des nerfs spinaux sort latéralement du canal vertébral, empruntant un foramen intervertébral (fig. 2.12). Le foramen est constitué de la réunion des arcs vertébraux adjacents et se trouve en étroite relation avec les articulations intervertébrales :

- ses berges supérieures et inférieures sont constituées par les incisures des pédicules adjacents ;
- sa berge postérieure est constituée par les processus articulaires des arcs vertébraux et l'articulation zygapophysaire ;
- sa limite antérieure est formée par le disque intervertébral des deux vertèbres adjacentes.

Toute situation pathologique responsable d'une occlusion ou d'une réduction du calibre du foramen intervertébral, telle qu'une hernie discale ou une luxation de l'articulation zygapophysaire (articulation entre les processus articulaires), peut léser le nerf spinal traversant ce foramen.

Innervation du dos

Les rameaux postérieurs des nerfs spinaux innervent les muscles intrinsèques ainsi que la peau du dos. Le territoire cutané couvert par ces rameaux postérieurs s'étend jusqu'à la région fessière des membres inférieurs et la partie postérieure de la tête. Les dermatomes innervés par les rameaux nerveux postérieurs spinaux sont représentés sur la figure 2.13.

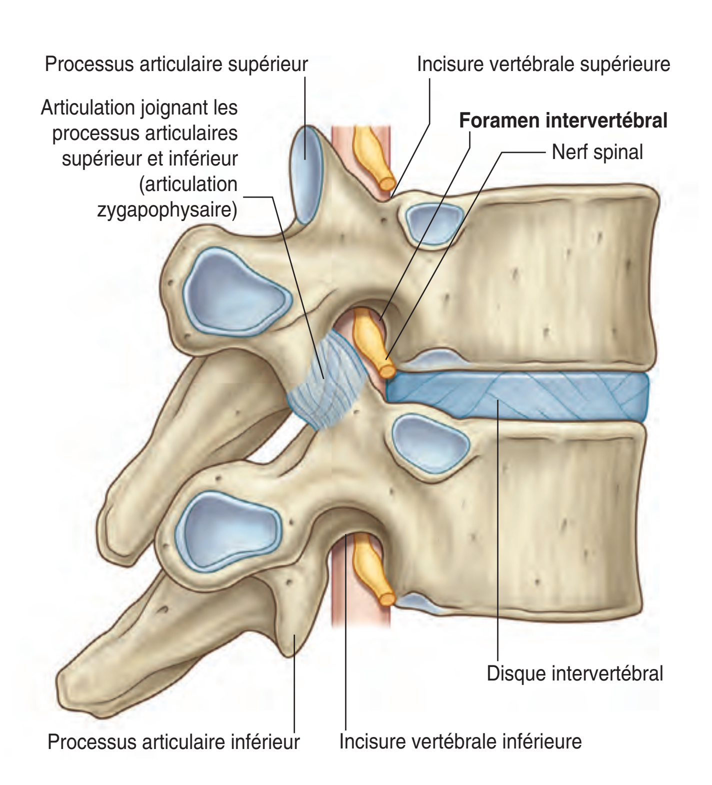


Figure 2.12 Foramen intervertébral.

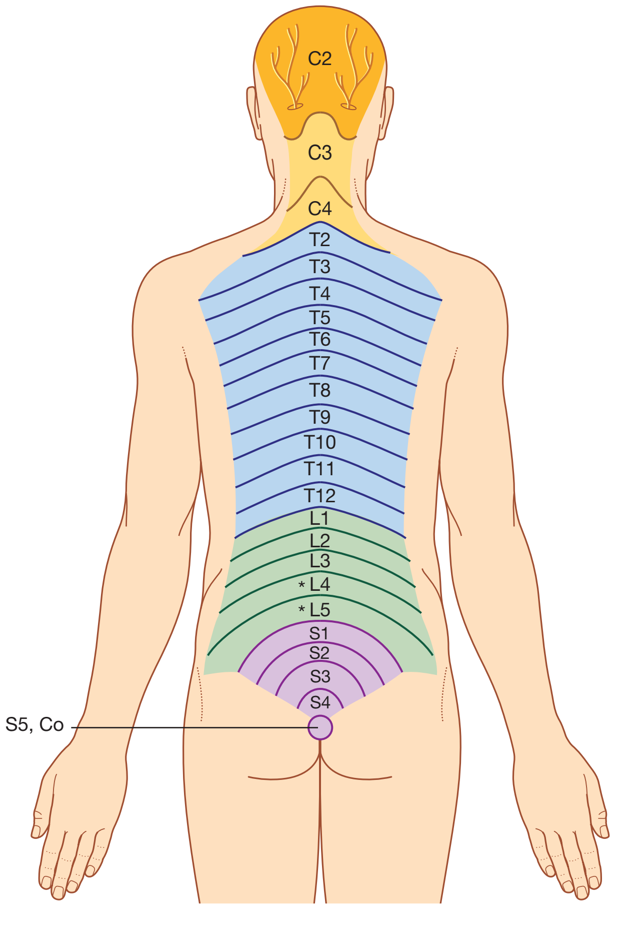


Figure 2.13 Dermatomes innervés par les rameaux postérieurs des nerfs spinaux.



Anatomie régionale

ARCHITECTURE SQUELETTIQUE

Les structures squelettiques du dos comprennent essentiellement les vertèbres et les disques intervertébraux. Le crâne, la scapula, les os du pelvis et les côtes font également partie de l'édifice squelettique du dos et reçoivent de nombreuses insertions musculaires.

Vertèbres

Le squelette du dos comporte approximativement 33 vertèbres, regroupées en cinq groupes selon leur morphologie et leur localisation (fig. 2.14) :

- les sept vertèbres cervicales, situées entre le thorax et le crâne, sont caractérisées par leur petite taille et la présence d'un foramen dans chacun des processus transverses (fig. 2.14 et fig. 2.15) ;

Antérieur
Élément costal fusionné
Foramen transverse
Vertèbre cervicale
Côte
Vertèbre thoracique
Élément costal fusionné
Vertèbre lombale
Postérieur
7 vertèbres cervicales
12 vertèbres thoraciques
5 vertèbres lombales
Sacrum
Coccyx

Figure 2.14 Vertèbres.

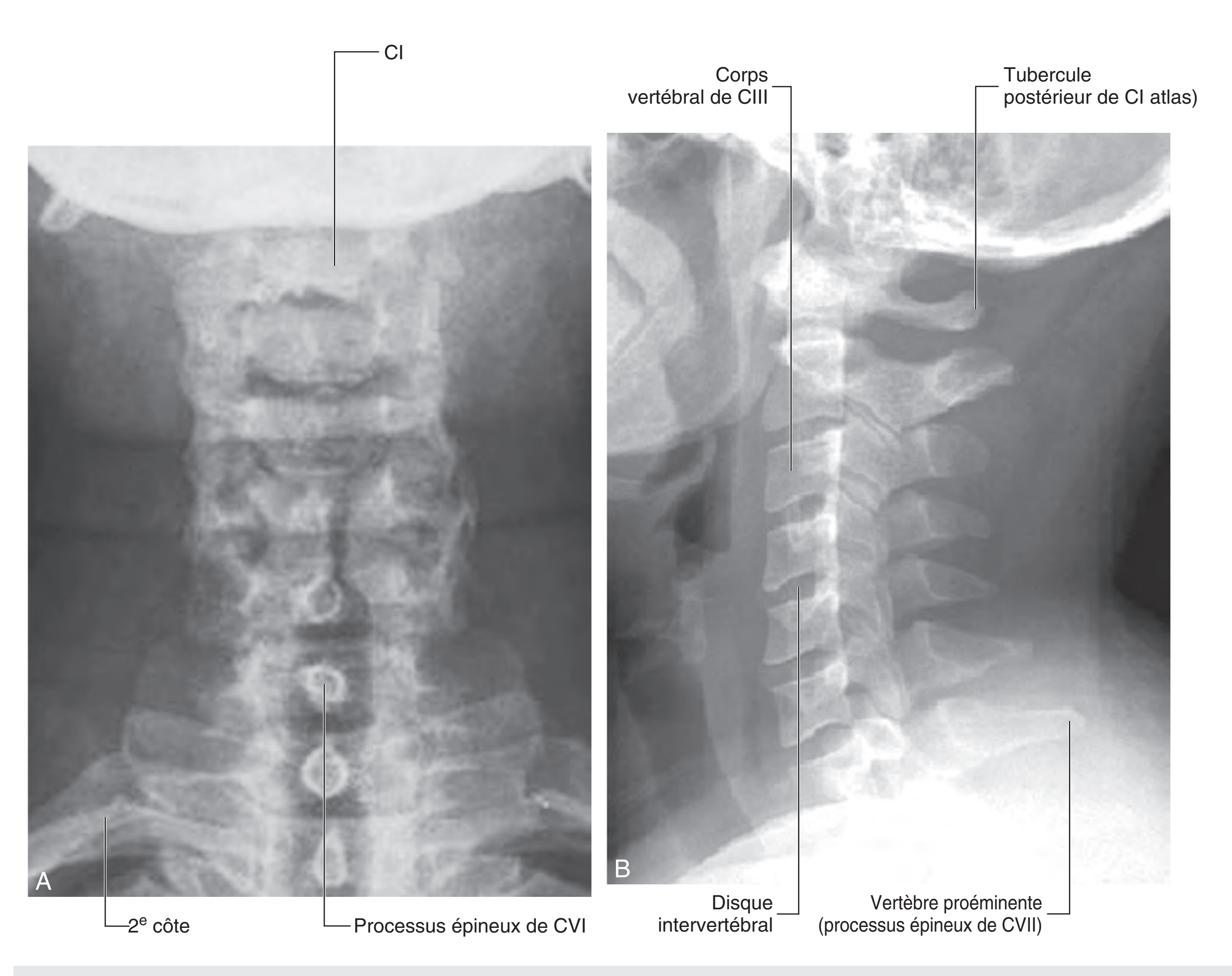


Figure 2.15 Radiographie de la colonne cervicale. **A.** Vue antéropostérieure. **B.** Vue de profil.

- les douze vertèbres thoraciques sont caractérisées par leurs articulations costales (fig. 2.14 et fig. 2.16) ; bien que toutes les vertèbres aient des éléments costaux, ceux-ci sont habituellement atrophiés et font partie intégrante du processus transverse. En revanche, les vertèbres thoraciques sont reliées à de véritables côtes par l'intermédiaire d'articulations costotransversaires et costocorporéales ;
- les cinq vertèbres lombales, de plus grande taille, constituent le support squelettique de la paroi abdominale postérieure (fig. 2.14 et fig. 2.17) ;
- viennent ensuite les cinq vertèbres sacrales dont la fusion donne le sacrum. Ce dernier s'articule de chaque côté avec un os coxal et entre dans la constitution du pelvis en formant la paroi postérieure ;
- sous le sacrum, les vertèbres coccygiennes, habituellement au nombre de quatre, fusionnent pour ne constituer qu'un seul os triangulaire, le coccyx.

Dans le développement de l'embryon, les vertèbres se constituent à partir de cellules appelées sclérotomes, provenant des somites adjacents (fig. 2.18). Ainsi, chaque vertèbre est formée par la réunion de la portion crâniale des deux somites sous-jacents (un de chaque côté) et de la portion caudale des deux somites sus-jacents (un de chaque côté).

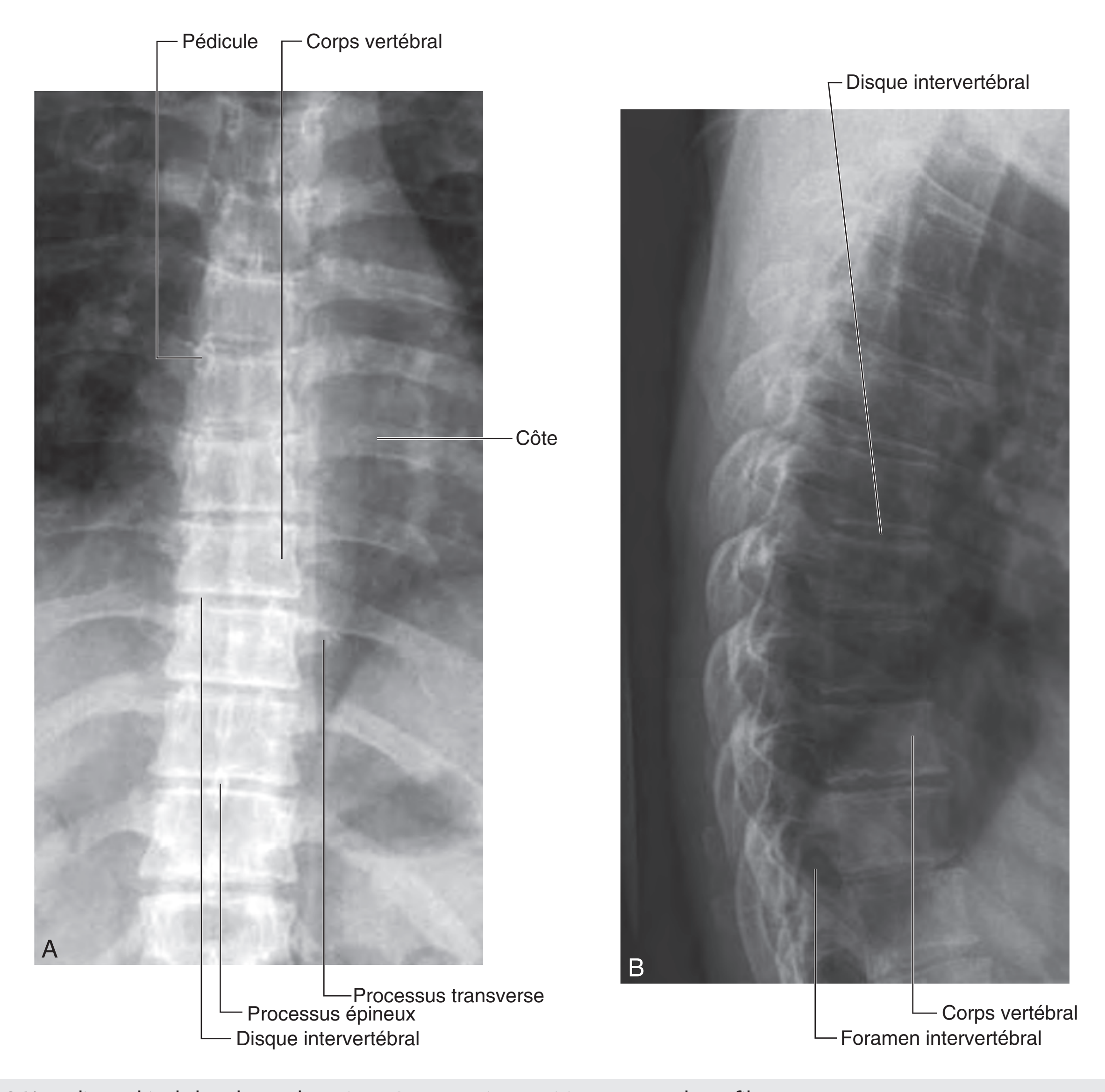


Figure 2.16 Radiographie de la colonne thoracique. **A.** Vue antéropostérieure. **B.** Vue de profil.

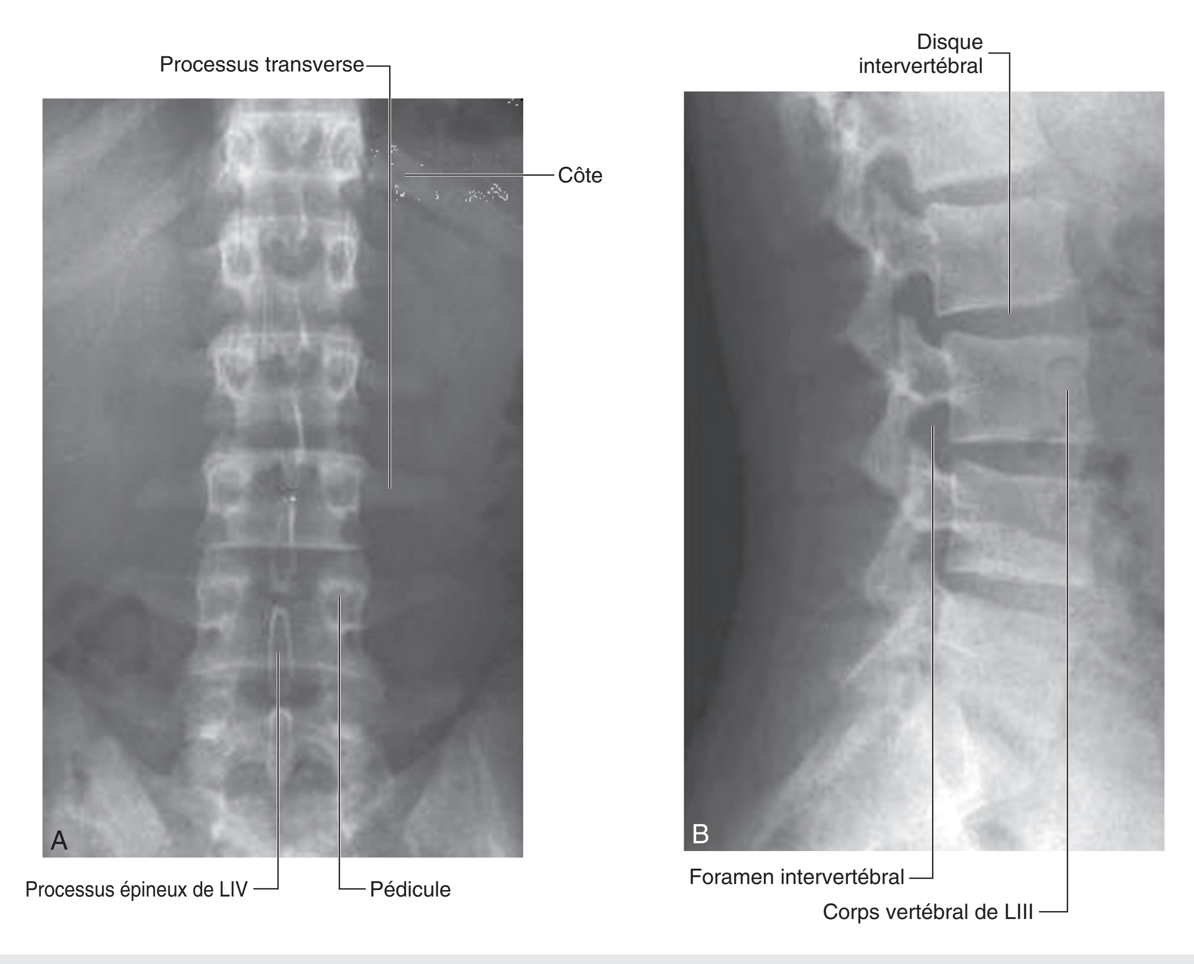


Figure 2.17 Radiographie de la colonne lombale. **A.** Vue antéropostérieure. **B.** Vue de profil.

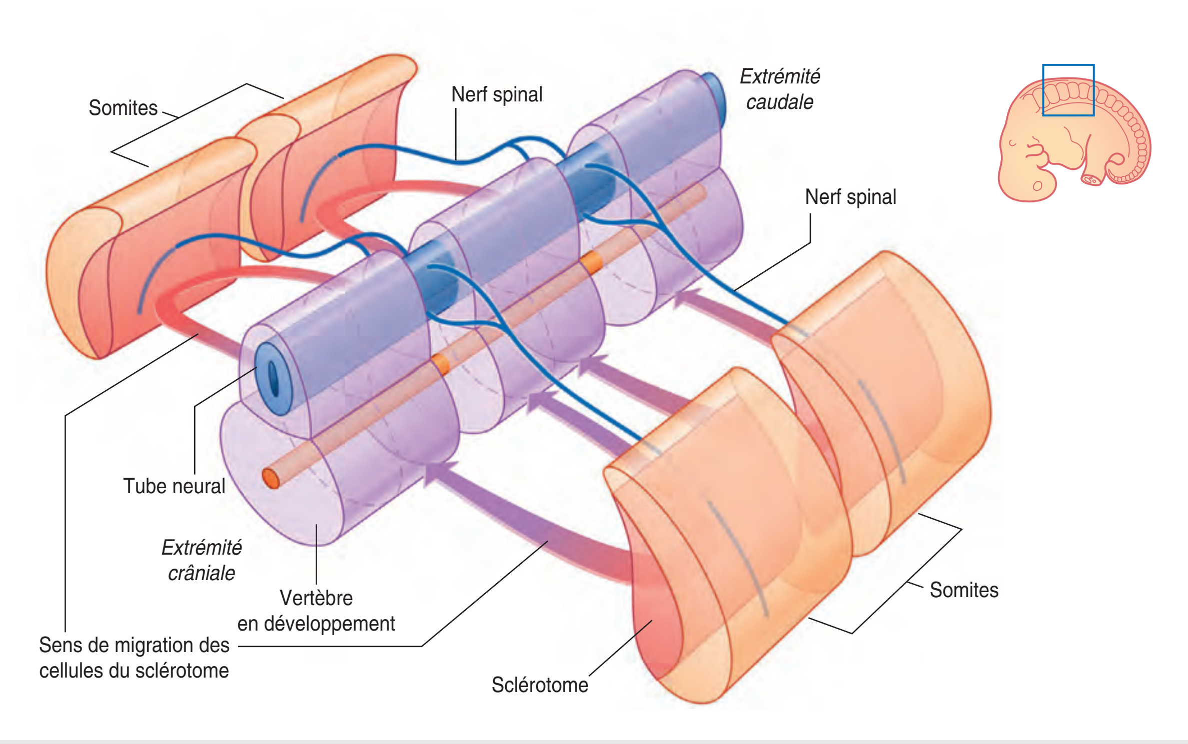


Figure 2.18 Développement embryonnaire des vertèbres.



Les nerfs spinaux apparaissent selon une distribution segmentaire et passent entre les vertèbres en cours de développement.

Vertèbre typique

Une vertèbre typique est constituée d'un corps vertébral et d'un arc vertébral postérieur (fig. 2.19). De cet arc vertébral se développent des processus qui reçoivent des attaches musculaires et s'articulent avec les pièces osseuses adjacentes.

Le **corps vertébral** est la partie de la vertèbre qui supporte le poids du corps. Ce corps vertébral est relié aux vertèbres adjacentes par des disques intervertébraux et des ligaments. La taille du corps vertébral augmente progressivement pour les vertèbres inférieures alors que le poids du corps à supporter va croissant.

L'**arc vertébral** forme les parties latérales et postérieure du foramen vertébral.

La superposition des foramens vertébraux (ou trous vertébraux) constitue le **canal vertébral** qui contient et protège la moelle spinale. À son extrémité supérieure, le canal vertébral est en continuité avec la cavité crânienne au travers du foramen magnum.

L'arc vertébral de chaque vertèbre est constitué des pédicules et des lames (fig. 2.19) :

- les deux **pédicules** sont deux piliers osseux ancrant l'arc vertébral sur la face postérieure du corps vertébral ;
- les deux **lames** sont deux feuillets osseux prolongeant en arrière chacun des pédicules et se rejoignant en arrière sur la ligne médiane, formant ainsi le toit de l'arc vertébral.

Le **processus épineux**, depuis sa naissance à la réunion des deux lames, se projette vers l'arrière et vers le bas. Il est le siège d'insertions musculaires et ligamentaires.

Le **processus transverse**, depuis sa naissance à la réunion du pédicule et de la lame homolatérale, se projette latéralement et vers l'arrière. De chaque côté, il présente des surfaces articulaires pour les insertions musculaires et ligamentaires et une surface articulaire costale dans la région thoracique.

Les processus articulaires inférieurs et supérieurs naissent également de la zone de réunion du pédicule et de la lame (fig. 2.19). Ces processus s'articulent respectivement avec les **processus articulaires supérieur** et **inférieur** des vertèbres adjacentes.

Dans la zone de la vertèbre comprise entre le corps vertébral et la naissance du processus articulaire, chaque pédicule présente une échancrure concave sur son bord supérieur et inférieur, appelée incisure. Ces **incisures vertébrales supérieure** et **inférieure** délimitent les foramens intervertébraux.

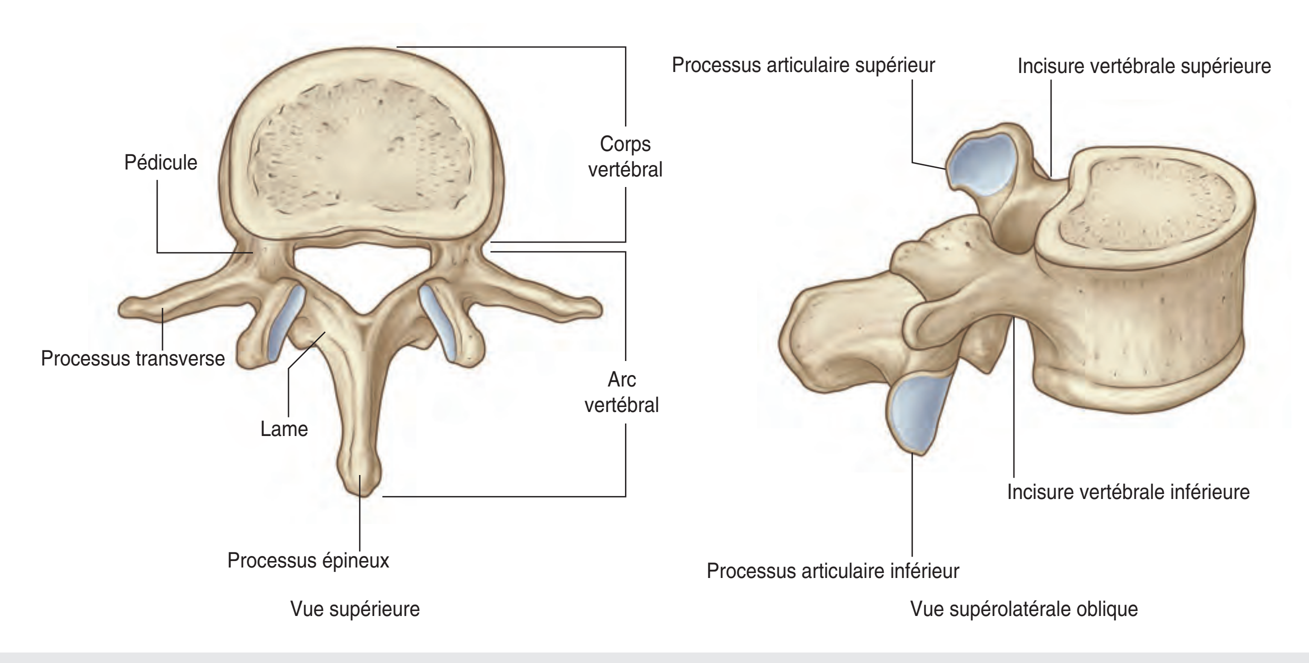


Figure 2.19 Vertèbre typique.

Vertèbre cervicale

Les sept vertèbres cervicales sont caractérisées par leur petite taille et par la présence d'un foramen perforant chacun des processus transverses. Une vertèbre cervicale typique présente les éléments suivants (fig. 2.20A) :

- le corps vertébral est court et de forme quadrangulaire en vue supérieure. Sa surface supérieure est concave et sa surface inférieure convexe ;
- chaque processus transverse est perforé par un **foramen transversaire** ;
- le processus épineux est court et bifide ;
- le foramen vertébral (ou trou vertébral) a une forme triangulaire.

La première et la deuxième vertèbres cervicales – l'atlas et l'axis – ont une forme particulière leur permettant d'assurer les mouvements de la tête.

Atlas et axis

La vertèbre CI (l'**atlas**) s'articule avec la tête (fig. 2.21). Sa principale caractéristique est qu'elle ne comporte pas de corps vertébral (fig. 2.20B). En effet, le corps vertébral de CI fusionne avec le corps de CII pendant la période embryonnaire et devient le processus odontoïde de CII. En conséquence, il n'existe pas de disque entre CI et CII. Vu par sa face supérieure, l'atlas a une forme d'anneau et se compose de deux **masses latérales** reliées par **un arc antérieur** et un **arc postérieur**.

Chacune des masses latérales est articulée au-dessus avec un **condyle occipital** du crâne et au-dessous avec le processus articulaire supérieur de la vertèbre CII (l'**axis**). Les **surfaces articulaires supérieures** (**foveæ articulaires crâniales**) ont une forme de haricot, concaves vers le haut, alors que les **surfaces articulaires inférieures** (**foveæ articulaires caudales**) sont plates et presque circulaires.

L'**articulation atlanto-occipitale** permet à la tête d'avoir un mouvement de bascule vers l'avant et l'arrière par rapport à l'axe de la colonne vertébrale.

La surface postérieure de l'arc antérieur de l'atlas présente une surface articulaire pour la **dent** de l'axis qui provient du corps vertébral de l'axis. La position de la dent de l'axis est maintenue par le solide **ligament transverse de l'atlas**. Ce ligament passe en arrière de la dent de l'axis et s'étend entre les facettes articulaires ovales situées à la face médiale des masses latérales de l'atlas.

La dent de l'axis joue le rôle de pivot, permettant à l'atlas et à la tête les mouvements de rotation autour de l'axis.

Les processus transverses de l'atlas sont grands et plus développés latéralement par rapport aux processus transverses des autres vertèbres cervicales. Ils agissent comme des leviers pour les muscles, en particulier pour les muscles mobilisant la tête au niveau des **articulations atlanto-axoïdiennes**.

L'axis est caractérisé par la dent de l'axis (apophyse odontoïde), qui naît du corps vertébral et se développe vers le haut (fig. 2.20B et fig. 2.21). La face antérieure de la dent de l'axis présente une facette articulaire ovale s'articulant avec l'arc antérieur de l'atlas.

Les deux surfaces articulaires supérolatérales de la dent de l'axis présentent des empreintes circulaires recevant les attaches des **ligaments alaires** (ligaments occipito-odontoïdiens latéraux). Ces ligaments relient la dent de l'axis aux surfaces articulaires médiales des condyles occipitaux. Les ligaments alaires empêchent la rotation excessive de la tête et de l'atlas autour de l'axis.

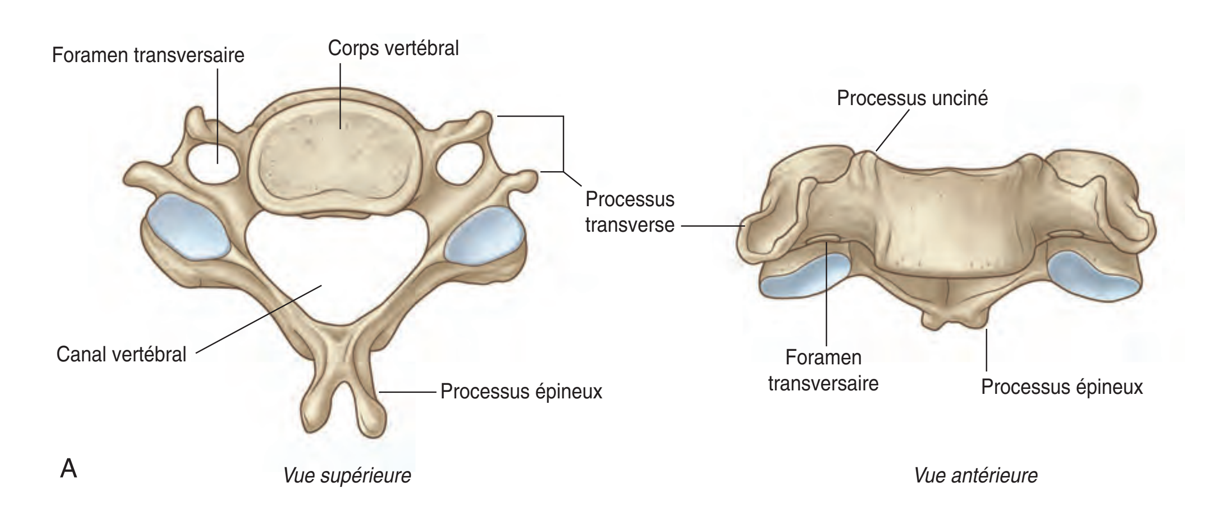


Figure 2.20 Vertèbres régionales. **A.** Vertèbre cervicale typique.

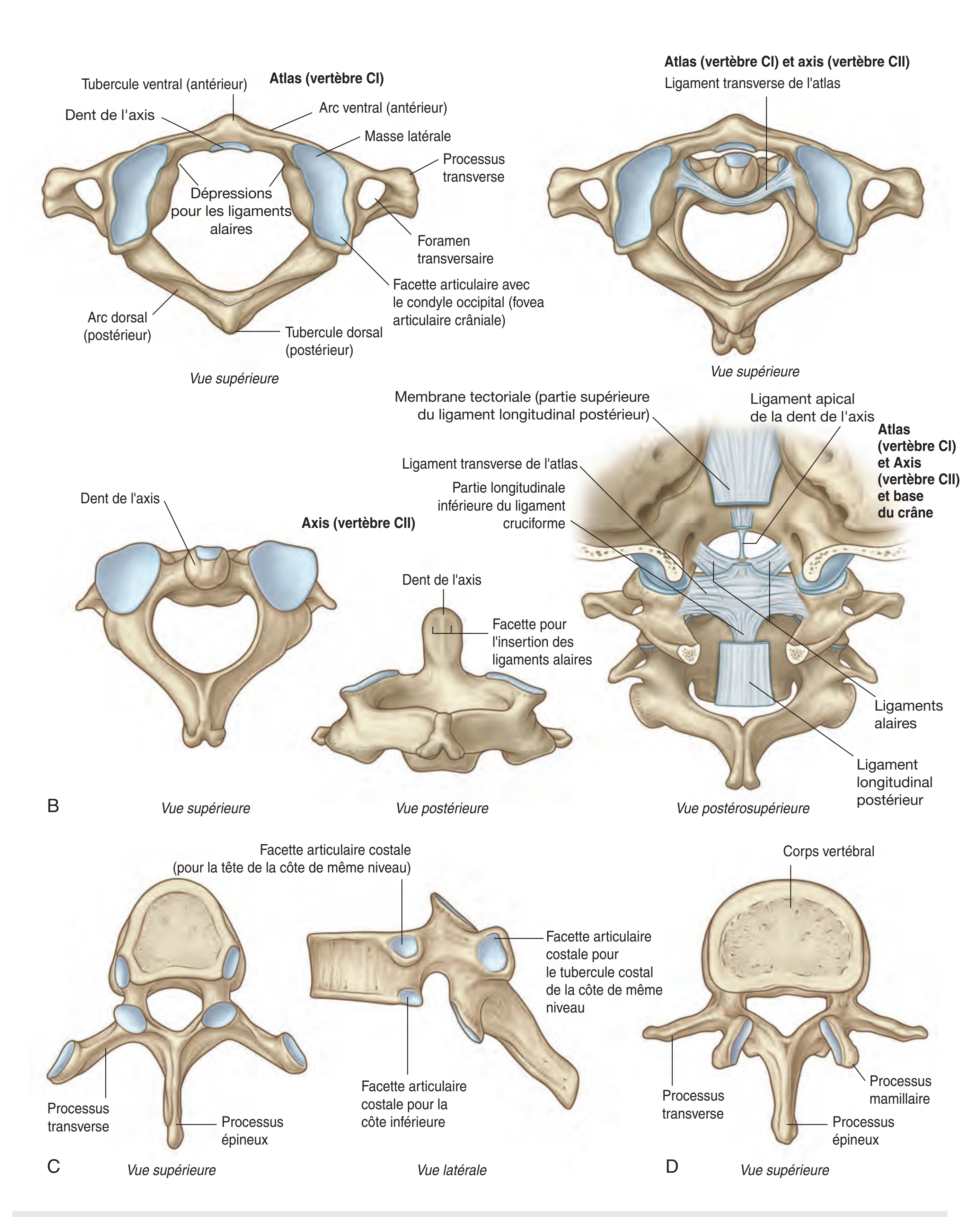


Figure 2.20. Suite B. Atlas et axis. C. Vertèbre thoracique. D. Vertèbre lombale typique.

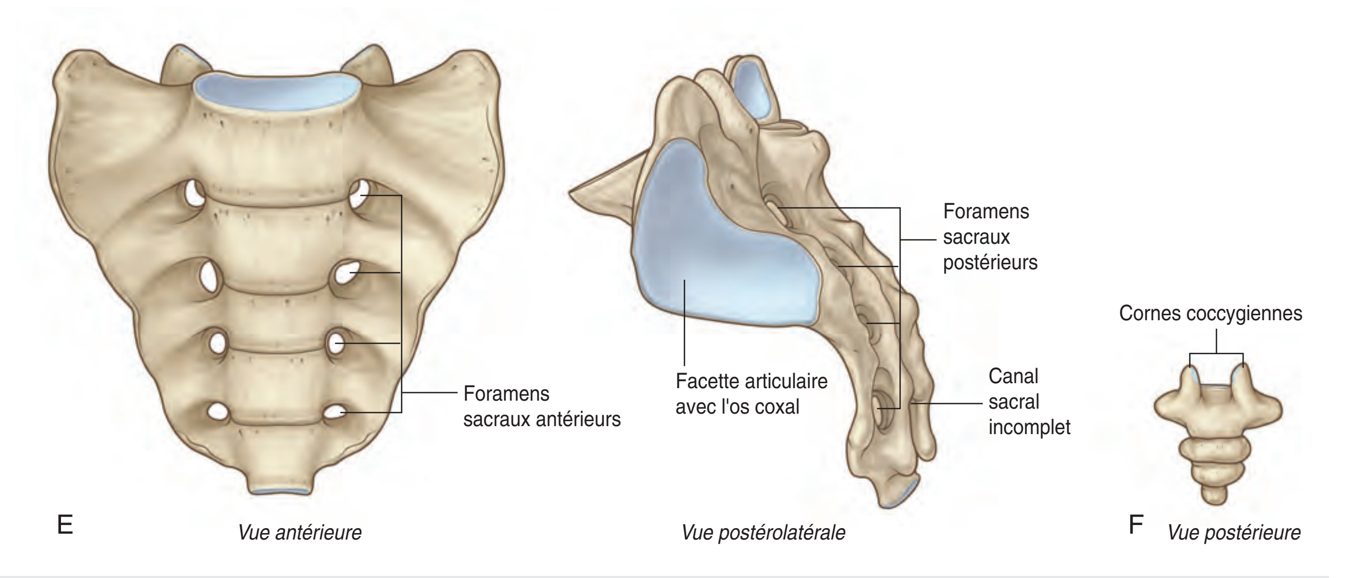


Figure 2.20. Suite E. Sacrum. F. Coccyx.

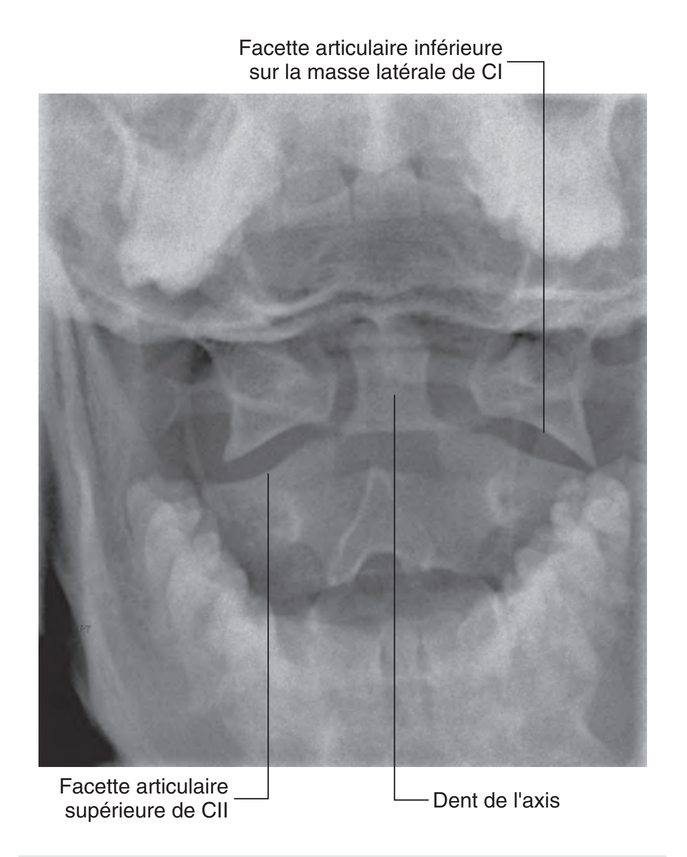


Figure 2.21 Radiographie montrant les vertèbres CI (atlas) et CII (axis) (bouche ouverte, vue antérosupérieure).

Vertèbres thoraciques

Les 12 vertèbres thoraciques sont caractérisées par leurs articulations avec les côtes. Une vertèbre thoracique typique comporte deux facettes (facettes costales supérieure et inférieure) de chaque côté du corps vertébral s'articulant avec la tête de sa propre côte et la tête de la côte sous-jacente (fig. 2.20C). La facette costale supérieure est plus grande que la facette inférieure.

Chaque processus transverse présente également une facette articulaire (facette transverse costale) pour l'articulation avec le tubercule de la côte adjacente. En vue supérieure, le corps vertébral a une forme de cœur et le foramen vertébral est circulaire.

Vertèbres lombales

Les cinq vertèbres lombales se distinguent des vertèbres des autres régions par leur grande taille (fig. 2.20D). Elles ne présentent pas de surfaces articulaires pour les côtes. Leurs processus transverses sont habituellement minces et longs, à l'exception de ceux de la vertèbre LV. En effet, les processus transverses de LV sont massifs, en forme de cône, recevant les insertions des **ligaments iliolombaux** qui relient ces processus aux os du bassin.

Le corps vertébral d'une vertèbre lombale typique est cylindrique ; le foramen vertébral est triangulaire et plus grand que dans la région thoracique.

Sacrum

Le sacrum est constitué de la fusion de cinq vertèbres sacrales (fig. 2.20E). De forme triangulaire, son **apex** pointe vers le bas. Il est concave en avant et sa surface postérieure est convexe. Il s'articule au-dessus avec la vertèbre LV et au-dessous avec le coccyx. Il présente deux grandes facettes en forme de L, une sur chaque face latérale, qui s'articulent avec les os coxaux.



La face postérieure du sacrum révèle quatre paires de foramens sacraux postérieurs ; la face antérieure du sacrum, quatre paires de foramens sacraux antérieurs. Ces foramens permettent le passage des rameaux sacraux postérieurs et antérieurs provenant des racines spinales S1 à S4.

Le mur postérieur du canal vertébral est parfois incomplet à l'extrémité inférieure du sacrum.

Coccyx

Le coccyx est un petit os triangulaire composé de trois à quatre vertèbres coccygiennes et qui s'articule avec l'extrémité inférieure du sacrum (fig. 2.20F). Il est caractérisé par sa petite taille et l'absence d'arc vertébral sur les pièces qui le composent ; ainsi, il ne comporte pas de canal vertébral.

Foramen intervertébral

Les foramens intervertébraux sont constitués de chaque côté par la réunion de deux vertèbres adjacentes et du disque intervertébral (fig. 2.22). Les foramens permettent aux nerfs spinaux et aux vaisseaux d'entrer ou de sortir du canal vertébral.

Un foramen intervertébral est constitué par la superposition de l'incisure vertébrale inférieure du pédicule de la vertèbre supérieure et de l'incisure vertébrale supérieure du pédicule de la vertèbre inférieure. Les limites du foramen sont :

- en arrière, l'articulation zygapophysaire entre les processus articulaires des deux vertèbres réunies ;
- en avant, le disque intervertébral et les corps vertébraux adjacents.

Chaque foramen intervertébral représente un espace entouré de structures osseuses, ligamentaires et articulaires. Une quelconque modification pathologique de l'une de ces structures ou des muscles adjacents peut entraîner une atteinte des structures traversant le foramen.

Espaces situés entre les arcs vertébraux

Habituellement, les lames et les processus épineux des vertèbres adjacentes se superposent partiellement pour constituer un mur osseux postérieur presque continu protégeant le canal vertébral. Néanmoins, dans la région lombale, des interstices persistent entre les structures postérieures des arcs vertébraux adjacents (fig. 2.23). Ces espaces entre lames et processus épineux s'élargissent progressivement de la vertèbre LI à la vertèbre LV. Ces espaces s'agrandissent encore lors de la flexion de la colonne. Ces espaces permettent un accès aisé au canal vertébral lors de gestes thérapeutiques.

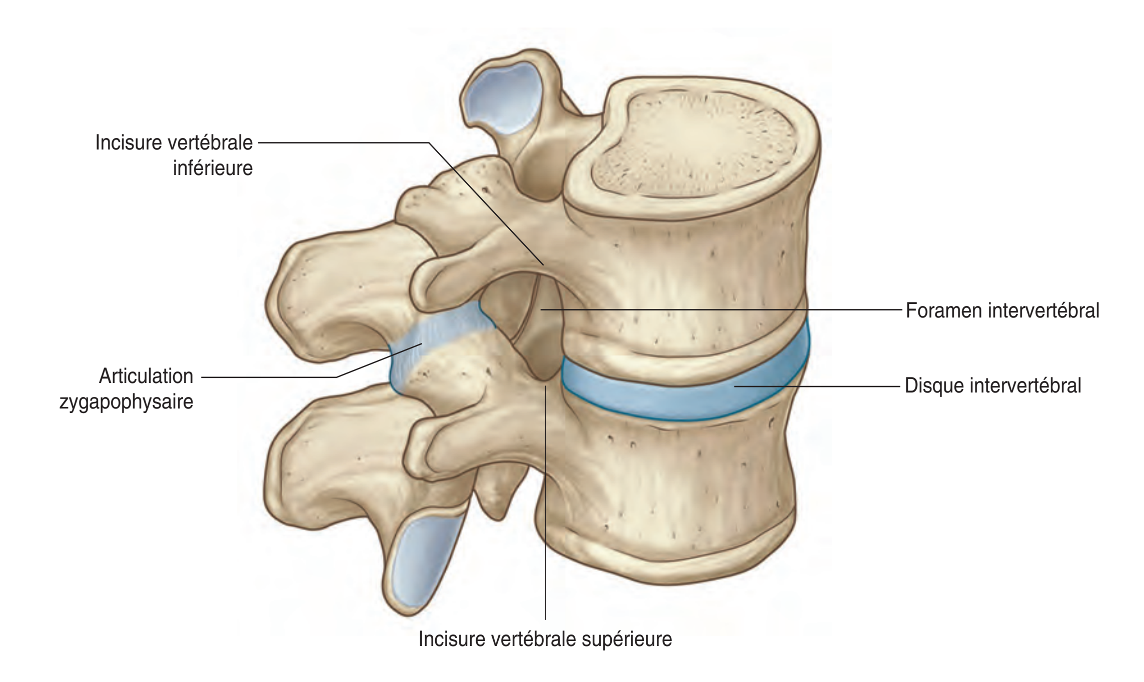


Figure 2.22 Foramen intervertébral.

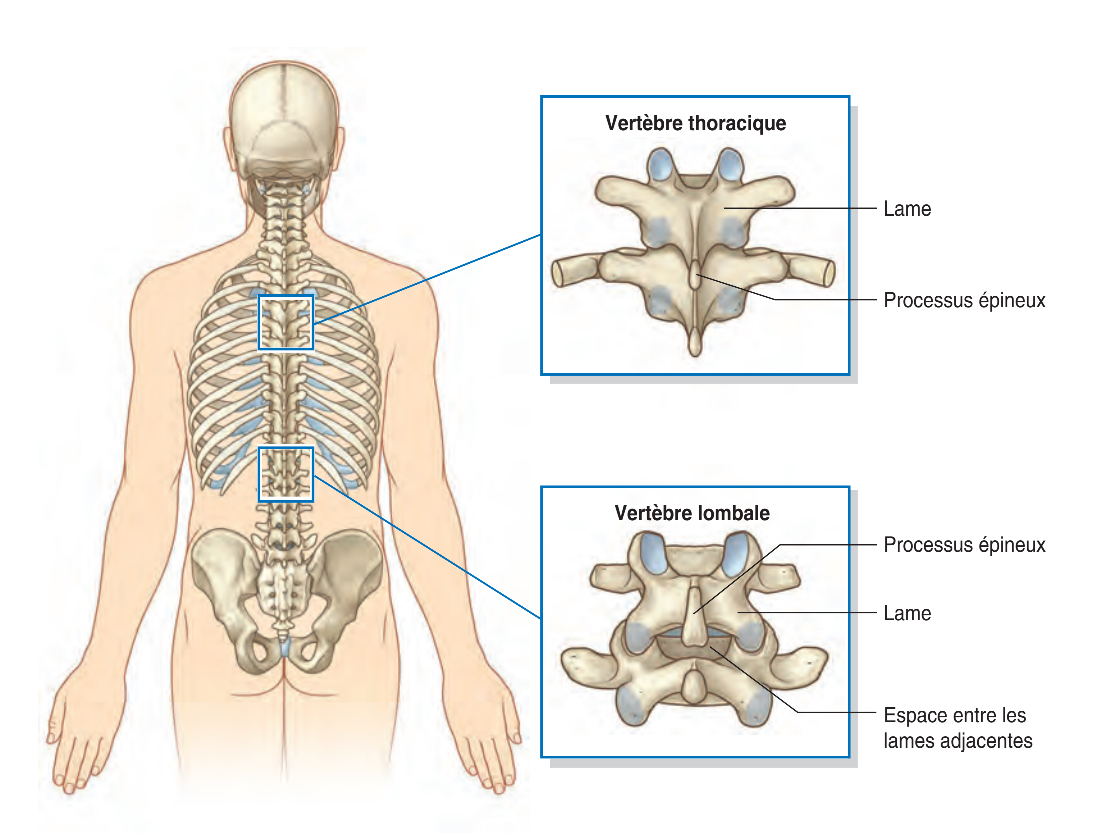


Figure 2.23 Espaces entre les arcs vertébraux adjacents de la région lombale.



En clinique

Spina bifida

Le spina bifida est une entité pathologique dans laquelle les deux moitiés de l'arc vertébral postérieur n'ont pas fusionné au cours de leur développement. Il en résulte un canal vertébral « ouvert » (fig. 2.24). On distingue deux types de spina bifida.

- Le type le plus fréquent est le spina bifida occulta caractérisé par un défaut de fermeture des arcs vertébraux de LV ou SI. Cette modification se produit chez près de 10 % des individus. Cliniquement, le patient est asymptomatique, mais l'examen clinique peut révéler la présence d'une touffe de poils en regard du processus épineux.
- La forme plus sévère de spina bifida se caractérise par un défaut complet de fermeture de l'arc vertébral postérieur à la jonction lombosacrale, s'accompagnant d'une importante hernie des méninges. Cette protrusion méningée peut contenir du liquide cérébrospinal (cas de la **méningocèle**) ou une partie de la moelle spinale (la **myéloméningocèle**). Ces anomalies s'accompagnent de déficits neurologiques variables dont des déficits moteurs et/ou vésicosphinctériens.

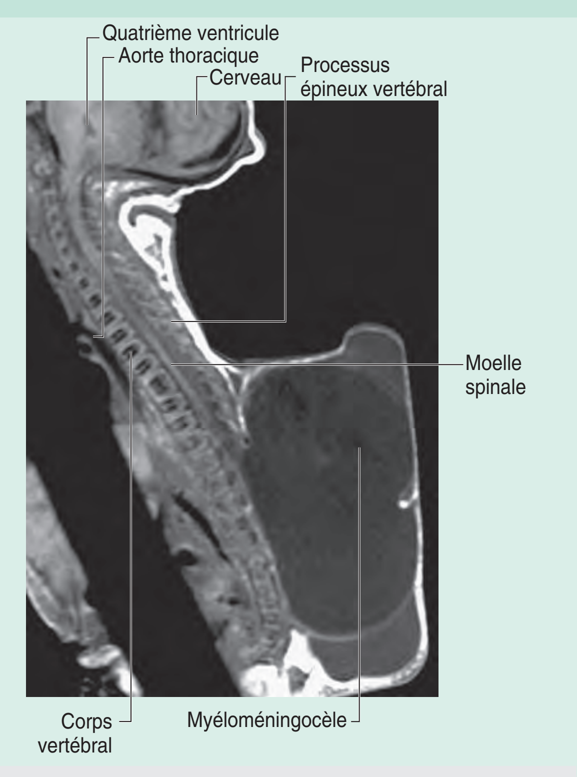


Figure 2.24 Imagerie par résonance magnétique (IRM), en séquence T1, coupe sagittale, montrant un myéloméningocèle lombosacral. Il n'existe pas de lames ni de processus épineux au sein de la région lombosacrale.

En clinique

Vertébroplastie

La vertébroplastie est une technique relativement récente qui permet d'introduire du ciment au sein du corps vertébral (le plus souvent de type méthyl-méthacrylate). Les indications de cette technique regroupent les tassements corporéaux et les douleurs vertébrales qui peuvent résulter d'une infiltration tumorale. Cette procédure est plus communément employée pour le traitement des fractures ostéoporotiques en coin, qui sont source de morbidité et de douleurs importantes chez les patients âgés.
Les fractures ostéoporotiques (fig. 2.25) surviennent préférentiellement dans la région thoracolombale, et la voie d'abord est originale et relativement directe.

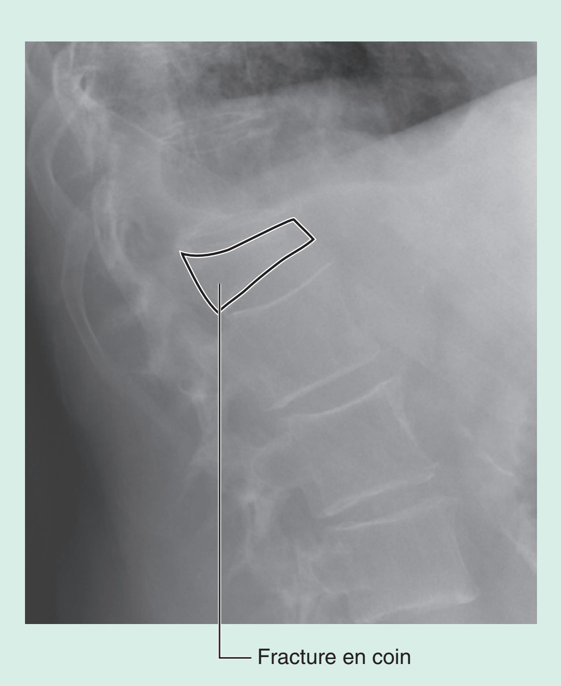


Figure 2.25 Radiographie de la colonne vertébrale lombale mettant en évidence une fracture en coin de la vertèbre L1. Situation typiquement observée chez les sujets ostéoporotiques.

La procédure est réalisée sous sédation ou anesthésie générale courte. Le pédicule fait l'objet d'un repérage radiographique de profil. Un trocart métallique est placé dans le corps vertébral en passant au travers du pédicule. Le ciment, sous forme liquide, est injecté à l'aide d'un trocart dans le corps de la vertèbre (fig. 2.26). Le rôle du ciment est double. Premièrement, il va renforcer le corps vertébral et empêcher la survenue d'une perte de hauteur supplémentaire. Ensuite, la chaleur dégagée par la polymérisation du ciment possède une action antalgique en agissant sur les récepteurs nerveux de la douleur. La kyphoplastie est une technique similaire dont le but est de restaurer tout ou partie de la hauteur du corps vertébral, dont la perte est liée à une fracture-tassement, en injectant du ciment liquide dans le corps vertébral.



Figure 2.26 Radiographie de la colonne vertébrale lombale qui permet de visualiser les trois aiguilles mises en place au sein des pédicules et atteignant le milieu du corps vertébral. L'élément radio-opaque est le ciment qui a été injecté liquide et qui a durci.



En clinique

Scoliose

Une scoliose est une incurvation latérale anormale de la colonne vertébrale (fig. 2.27).

Une véritable scoliose comporte, en plus de l'incurvation rachidienne, une rotation des vertèbres les unes par rapport aux autres.

La majorité des scolioses rencontrées en pratique clinique sont celles pour lesquelles la cause et le mode d'apparition restent inconnus ; on les appelle les scolioses idiopathiques. Le processus initial reconnu est celui d'une rotation axiale de la vertèbre qui modifie les contraintes mécaniques en compression et distraction qui s'exercent sur les plateaux vertébraux. Ce phénomène s'accentue pendant la croissance et entraîne un changement des courbures rachidiennes. Ces scolioses ne sont jamais présentes à la naissance et se développent au cours des périodes infantile, juvénile ou de l'adolescence. Les corps vertébraux ainsi que les éléments postérieurs (pédicules et lames) sont normaux dans ces scolioses.

Lorsqu'une scoliose est présente à la naissance (scoliose congénitale), elle est souvent associée à d'autres anomalies. On retrouve notamment une forte association entre la scoliose et des anomalies (malformations) de la paroi thoracique, du tractus génito-urinaire ou de l'appareil cardiaque. Un bilan pluridisciplinaire est nécessaire chez ces patients.

Une entité rare mais importante de scoliose est celle regroupant les scolioses liées à une pathologie musculaire. La dystrophie musculaire en est le meilleur exemple. Les muscles pathologiques ne soutiennent pas la colonne et des courbures se constituent. Leur diagnostic repose sur la biopsie musculaire.

Enfin, d'autres pathologies telles que les tumeurs osseuses, les tumeurs de la moelle spinale ainsi que les protrusions discales peuvent donner une scoliose.

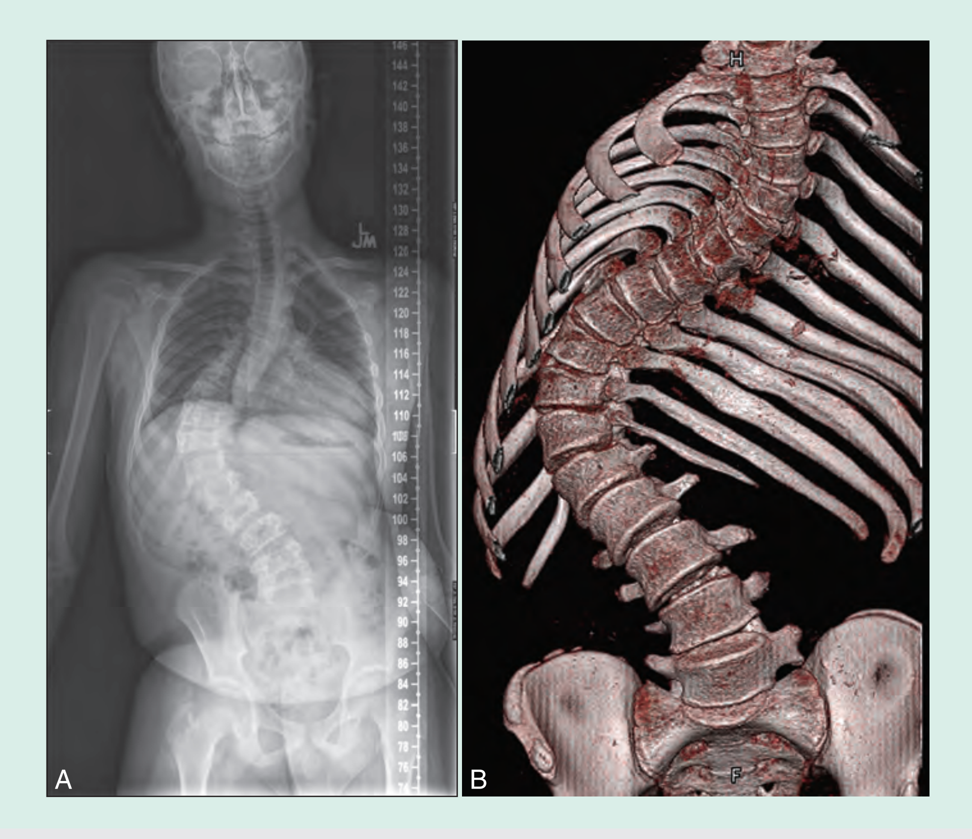


Figure 2.27 Scoliose sévère. **A.** Radiographie vue de face. **B.** Vue antérieure d'un scanner avec rendu volumique.

En clinique

Cyphose

La cyphose est une incurvation anormale de la colonne vertébrale dans la région thoracique, responsable de l'apparition d'une gibbosité. Cette affection se rencontre par exemple dans les cas de tuberculose osseuse atteignant une vertèbre thoracique ; la déformation en cyphose se fait au niveau de la vertèbre atteinte. Ces **déformations dorsales** (**gibbosités**) se rencontraient avant l'avènement des médicaments antituberculeux (fig. 2.28).



Figure 2.28 Cyphose visible sur un scanner en coupes sagittales.

En clinique

Lordose

La lordose est une courbure anormale de la colonne vertébrale dans la région lombale.



En clinique

Variabilité interindividuelle du nombre de vertèbres

La colonne vertébrale comporte habituellement sept vertèbres cervicales, bien que, dans certaines entités pathologiques, ces dernières puissent être fusionnées. La fusion de vertèbres cervicales (fig. 2.29A) peut être associée à d'autres anomalies, comme dans le syndrome de Klippel-Feil qui associe des fusions des vertèbres CI et CII ou CV et CVI avec des anomalies cardiaques et une surélévation congénitale de la scapula (Spengel).

Les variations du nombre de vertèbres thoraciques sont également bien décrites. L'une des anomalies les plus fréquentes impliquant les vertèbres lombales est la fusion partielle de LV avec le sacrum (sacralisation de la vertèbre lombale). La séparation partielle de la vertèbre SI du reste du sacrum (lombalisation de SI) est également possible (fig. 2.29B). La vertèbre LV est identifiable par la présence du ligament iliolombal, bandelette de tissu conjonctif tendue depuis la pointe du processus transverse de LV jusqu'à la crête iliaque, de façon bilatérale (fig. 2.29C).

Une hémivertèbre est une vertèbre incomplète, développée sur un seul côté de la ligne médiane (voir fig. 2.29B).



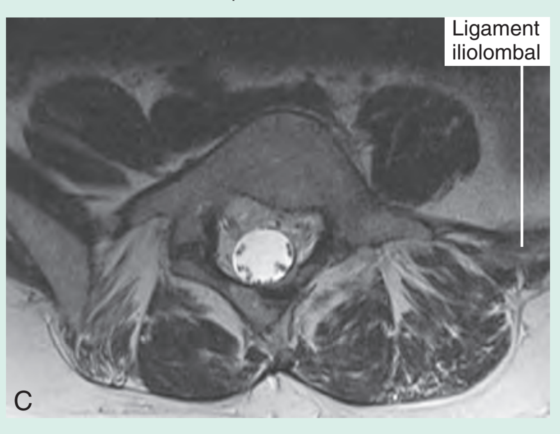




Figure 2.29 Variabilité du nombre de vertèbres. **A.** Corps vertébraux cervicaux fusionnés. B. Hémivertèbre. C. IRM en coupes axiales au niveau de LV. Le ligament iliolombal s'étend depuis l'extrémité du processus transverse de LV jusqu'à la crête iliaque.

En clinique

Vertèbres et cancer

Les métastases osseuses se développent fréquemment sur les vertèbres. Lorsque les cellules tumorales prolifèrent au sein du corps vertébral ou du segment postérieur de la vertèbre, elles interrompent le renouvellement normal des cellules osseuses, entraînant lacunes et formations osseuses qui altèrent les propriétés mécaniques de l'os. Une atteinte, même partielle, peut être responsable de l'affaissement de la vertèbre (fig. 2.30A). Les cellules cancéreuses présentent un hypermétabolisme du glucose en comparaison des cellules osseuses normales adjacentes. Les cellules cancéreuses métastatiques peuvent ainsi être détectées par l'administration d'un radio-isotope marqué du glucose, qui sera métabolisé et tracé par imagerie (fig. 2.30B). De plus, une volumineuse métastase vertébrale peut être à l'origine de l'expulsion de matériel tumoral dans le **canal vertébral** et de la compression des éléments nerveux, notamment de la moelle spinale.



Figure 2.30 A. IRM d'une atteinte vertébrale multifocale fracturaire dans le cadre d'un myélome. **B1, B2.** PET-scanner permettant la détection des cellules cancéreuses au niveau de la colonne vertébrale par leur métabolisme glucidique élevé.



En clinique

Ostéoporose

L'ostéoporose est une entité physiopathologique au cours de laquelle la qualité osseuse reste inchangée mais la quantité d'os est diminuée. Il s'agit d'une perturbation du métabolisme osseux qui apparaît chez les femmes entre 50 et 70 ans et chez les hommes vers l'âge de 70 ans.

De nombreux facteurs, parmi lesquels le déterminisme génétique, le niveau d'activité physique, les habitudes nutritionnelles et, surtout, le niveau d'imprégnation en estrogènes chez les femmes, influencent la constitution d'une ostéoporose.

Les complications les plus fréquentes et les plus caractéristiques de l'ostéoporose sont les tassements vertébraux, les fractures distales du radius et les fractures du col du fémur.

En vieillissant, du fait de la perte du capital osseux, les individus sont plus exposés aux fractures. Par ailleurs, la consolidation est plus longue et plus difficile chez ces patients âgés qui restent longtemps hospitalisés et nécessitent une rééducation prolongée.

Les patients présentant des risques d'ostéoporose peuvent être détectés grâce à l'absorptiométrie biphotonique (*dual-photon X-ray absorptiometry* [DXA]) – le tissu osseux est scanné au rayonnement X à faible dose et les photons traversant le tissu sont comptabilisés. Connaissant la dose de photons appliquée, le nombre de photons absorbés est calculé. La quantité de rayonnement X absorbée est directement corrélée avec la masse osseuse ; le patient est alors identifié comme étant ou non à risque de fractures par ostéoporose.

ARTICULATIONS

Articulations entre les vertèbres

Les deux types d'articulation entre les vertèbres sont :

- les symphyses entre les corps vertébraux (fig. 2.31) ;
- les articulations synoviales entre les processus articulaires (fig. 2.32).

Une vertèbre typique comporte au total six articulations avec les vertèbres adjacentes : quatre articulations synoviales (deux au-dessus et deux au-dessous) et deux symphyses (une au-dessus et une au-dessous). Chaque symphyse comporte un disque intervertébral.

Bien que les mouvements entre les vertèbres soient limités, la sommation des amplitudes de mouvement entre les vertèbres confère une amplitude de mouvement importante à l'ensemble de la colonne.

Les mouvements de la colonne vertébrale se décomposent en flexion, extension, inflexion latérale, rotation et circumduction.

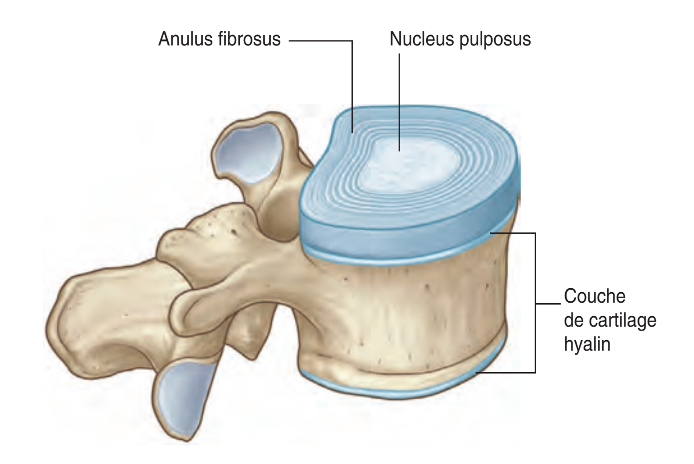


Figure 2.31 Articulations intervertébrales.

Les mouvements des vertèbres appartenant à chacune des régions (cervicale, thoracique, lombale) sont déterminés par la forme et l'orientation des surfaces articulaires des processus articulaires et des corps vertébraux.

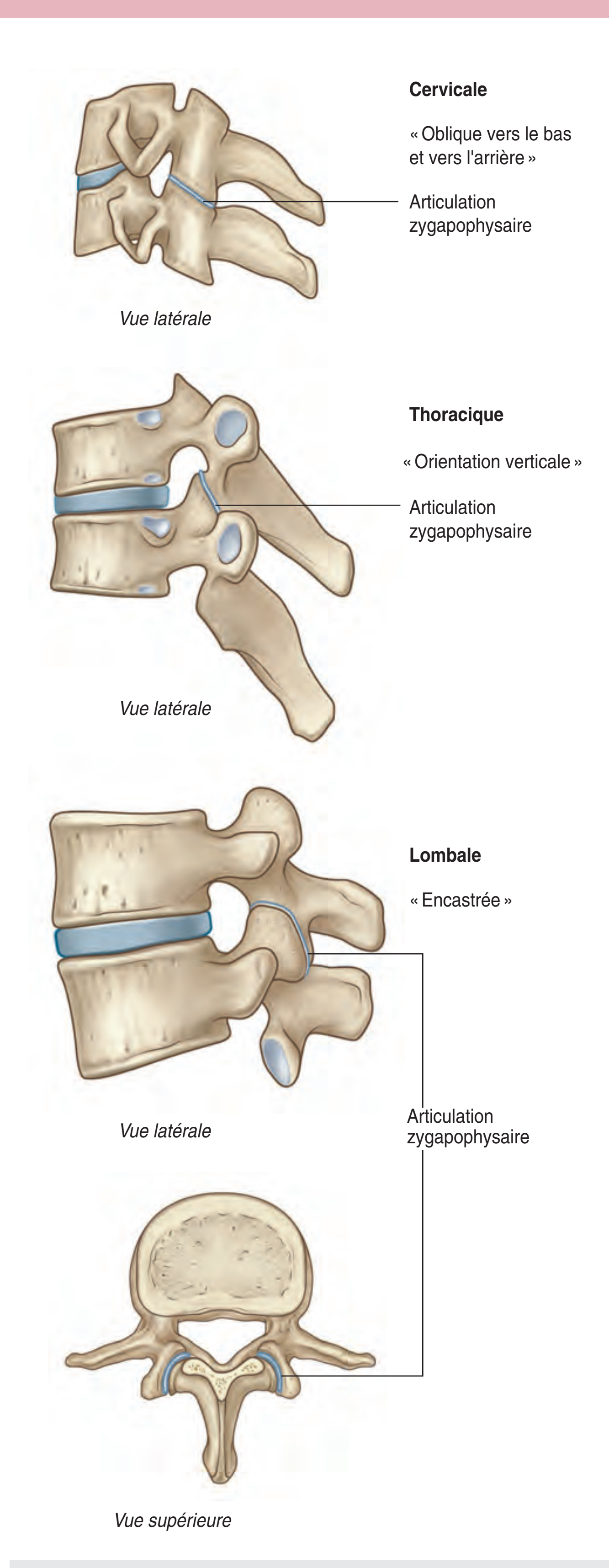


Figure 2.32 Articulations zygapophysaires.

Symphyses entre les corps vertébraux (disques intervertébraux)

La symphyse entre les corps vertébraux est constituée d'une couche de cartilage hyalin sur chacun des corps vertébraux et d'un disque intervertébral interposé entre les couches de cartilage.

Le **disque intervertébral** comporte un anulus fibrosus périphérique entourant le nucleus pulposus (fig. 2.31) :

- l'**anulus fibrosus** comporte une couronne externe de collagène entourant une zone plus large de fibrocartilage de structure lamellaire. Cette structure lamellaire des fibres limite les mouvements de rotation entre les vertèbres ;
- le **nucleus pulposus** occupe le centre du disque, est de nature gélatineuse et absorbe les contraintes en compression transmises par les vertèbres.

Les modifications dégénératives au sein de l'anulus fibrosus peuvent aboutir à la constitution d'une hernie du nucleus pulposus. La hernie postérolatérale entre alors en conflit avec la racine du nerf spinal dans le foramen intervertébral.

Articulations entre les arcs vertébraux (articulations zygapophysaires)

Les articulations synoviales entre les processus articulaires supérieur et inférieur de deux vertèbres adjacentes sont les articulations zygapophysaires (fig. 2.32). Une capsule articulaire fine insérée sur les berges des facettes articulaires limite chaque articulation.

Dans la région cervicale, les articulations zygapophysaires ont une orientation oblique vers l'arrière et vers le bas. Cette orientation facilite les mouvements de flexion et d'extension. Dans la région thoracique, ces articulations sont orientées verticalement, limitant ces mouvements de flexion et d'extension mais facilitant les mouvements de rotation. En région lombale, les surfaces articulaires sont incurvées et les processus articulaires s'emboîtent. Ainsi, les mobilités de la colonne lombale sont limitées par cet emboîtement, et la flexion et l'extension restent les mouvements principaux de la région lombale.

Articulations « uncovertébrales »

Les bords latéraux de la face supérieure des vertèbres cervicales forment des crêtes appelées processus unciné. Ces processus peuvent s'articuler avec le corps de la vertèbre sus-jacente pour former de petites articulations « uncovertébrales » (fig. 2.33).



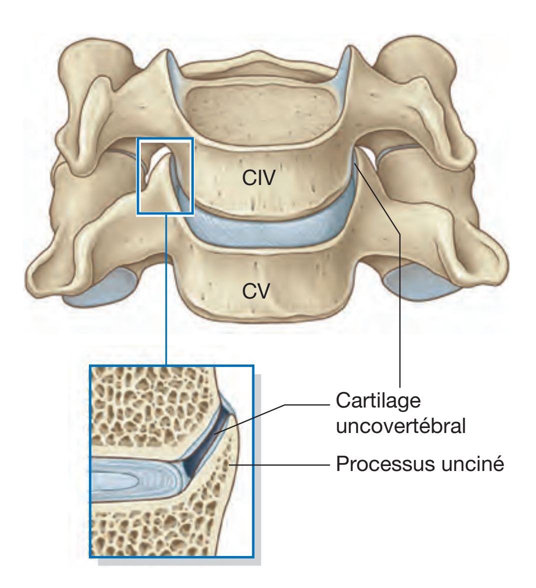


Figure 2.33 Articulation uncovertébrale.

En clinique

Douleur vertébrale

Les douleurs rachidiennes représentent une plainte fréquente des patients. Elle peut être en relation avec des perturbations mécaniques, ou avec une protrusion discale entrant en conflit avec la racine nerveuse. Dans les cas de pathologie discale avérée, il est parfois nécessaire de retirer le disque comprimant la racine nerveuse.

Il n'est pas exceptionnel qu'aucune cause ne soit retrouvée pour expliquer les douleurs rachidiennes ; la douleur est alors attribuée à un déséquilibre mécanique pouvant être la conséquence d'une pathologie dégénérative. L'une des possibilités thérapeutiques est d'injecter, à l'aide d'une aiguille, des anesthésiques locaux ou des corticoïdes dans les facettes articulaires.

En clinique

Hernie du disque intervertébral

Les disques entre les vertèbres sont constitués d'une partie centrale (le nucleus pulposus) et d'une série complexe d'anneaux fibreux (l'anulus fibrosus). Une brèche apparaît parfois dans l'anulus fibrosus permettant l'issue d'une partie du nucleus pulposus, constituant la hernie discale. Avec le temps, cette hernie peut faire saillie dans le canal vertébral ou dans le foramen intervertébral, venant ainsi au contact des structures nerveuses (fig. 2.34). Cette pathologie est une cause fréquente de douleur vertébrale. La hernie discale est parfois postérieure, venant directement irriter, selon le niveau, la moelle ou les nerfs lombaux. Mais elle est parfois postérolatérale, à proximité du pédicule, irritant alors la racine nerveuse descendante.

Au niveau de la colonne cervicale, les hernies discales se calcifient fréquemment, constituant de véritables barres ostéophytiques.

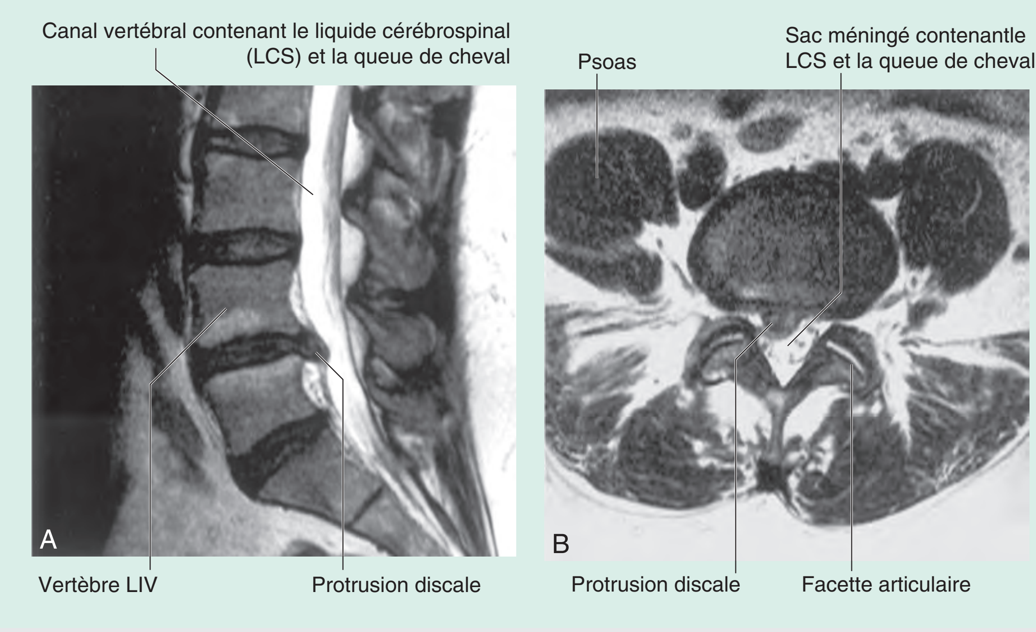


Figure 2.34 Protrusion discale – coupe d'imagerie par résonance magnétique en séquence T2 de la colonne lombale. **A.** Coupe sagittale. **B.** Coupe axiale.

En clinique

Pathologies articulaires
Certaines pathologies touchent avec prédilection les articulations synoviales plutôt que les symphyses. Ainsi, l'arthrite rhumatoïde touche préférentiellement les articulations ou les bourses synoviales, aboutissant à la destruction de ces articulations, alors que les symphyses sont préservées.

LIGAMENTS

Les articulations reliant les vertèbres sont renforcées et maintenues par des ligaments. Ces ligaments passent entre les corps vertébraux et solidarisent entre eux les arcs vertébraux.

Ligaments longitudinaux antérieur et postérieur

Les ligaments longitudinaux antérieur et postérieur sont disposés sur les faces antérieure et postérieure des corps vertébraux, s'étendant sur toute la longueur de la colonne vertébrale (fig. 2.35).

Le **ligament longitudinal antérieur** est amarré à la base du crâne par son extrémité supérieure et à la face antérieure du sacrum par son extrémité inférieure. Entre ces deux extrémités, ce ligament est solidaire de la face antérieure des corps vertébraux et des disques intervertébraux.

Le **ligament longitudinal postérieur** est disposé sur la face postérieure des corps vertébraux et répond ainsi à la face antérieure du canal vertébral. Tout comme le ligament longitudinal antérieur, il est solidaire, tout le long de la colonne, des corps vertébraux et des disques intervertébraux, mais sur leur face postérieure. La partie supérieure du ligament longitudinal postérieur, qui unit CII à la partie intracrânienne de la base du crâne, est appelée **membrane tectoriale** (voir fig. 2.20B).

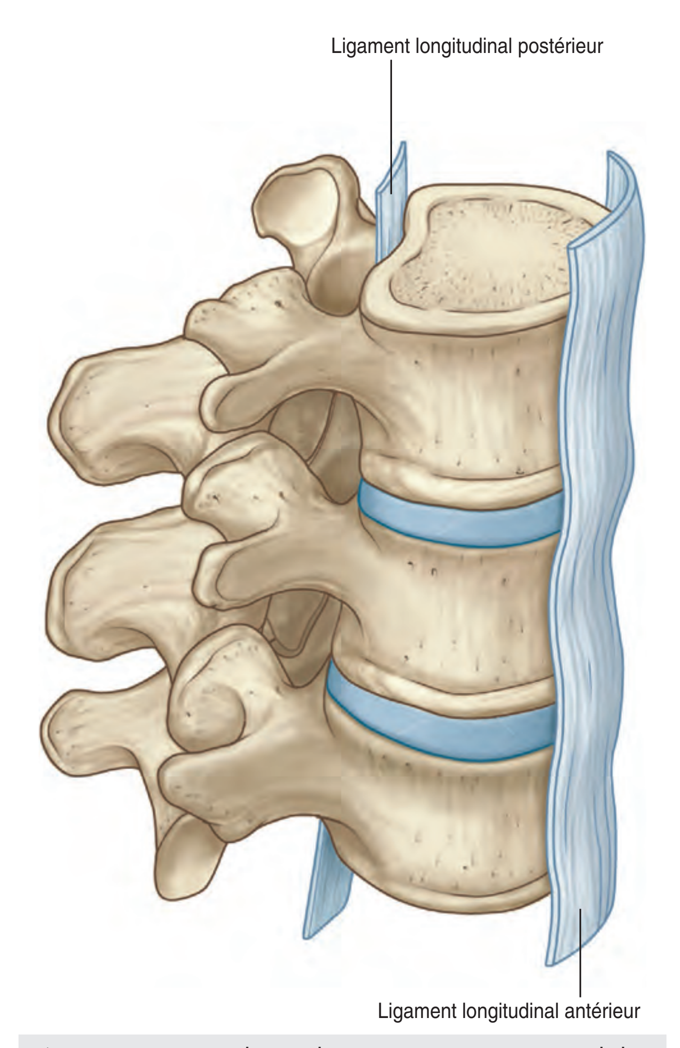


Figure 2.35 Ligaments longitudinaux antérieur et postérieur de la colonne vertébrale.

Ligaments jaunes

Les **ligaments jaunes** (ligamenta flava) relient entre elles les lames de deux vertèbres adjacentes (fig. 2.36). Ces ligaments minces sont essentiellement constitués de tissu élastique et participent à la formation de la paroi postérieure du canal vertébral. Chacun de ces ligaments jaunes s'étend de la surface postérieure de la lame de la vertèbre sous-jacente à la surface antérieure de la lame de la vertèbre au-dessus. Ces ligaments empêchent l'écartement des lames lors des mouvements de flexion et guident le retour à la position anatomique lors de l'extension.



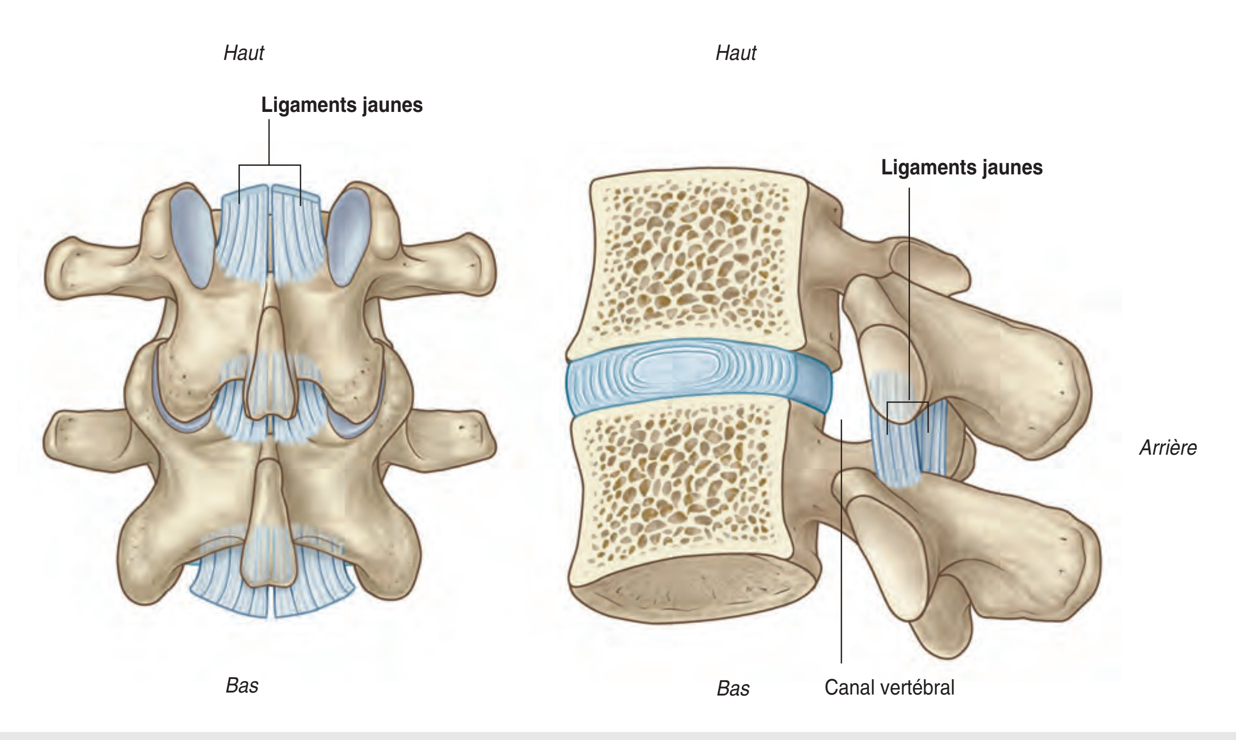


Figure 2.36 Ligaments jaunes.

Ligament supraépineux et ligament nuchal

Le **ligament supraépineux** passe sur le sommet des processus épineux de toutes les vertèbres comprises entre la vertèbre cervicale CVII et le sacrum (fig. 2.37). De la vertèbre CVII au crâne, ce ligament se modifie dans sa structure et devient le ligament nuchal.

Le **ligament nuchal** est de forme triangulaire avec, dans un plan sagittal, les relations suivantes :

- la base du triangle s'insère sur la base du crâne, entre la protubérance occipitale externe et le foramen magnum ;
- le sommet du triangle est inséré à la pointe du processus épineux de la vertèbre CVII ;
- la face profonde du triangle s'insère sur le tubercule postérieur de la vertèbre CI et sur le processus épineux des autres vertèbres cervicales.

Le ligament nuchal retient la tête. Il s'oppose à la flexion excessive et facilite le retour de la tête en position anatomique. Les faces latérales et le bord postérieur de ce ligament reçoivent des insertions musculaires.

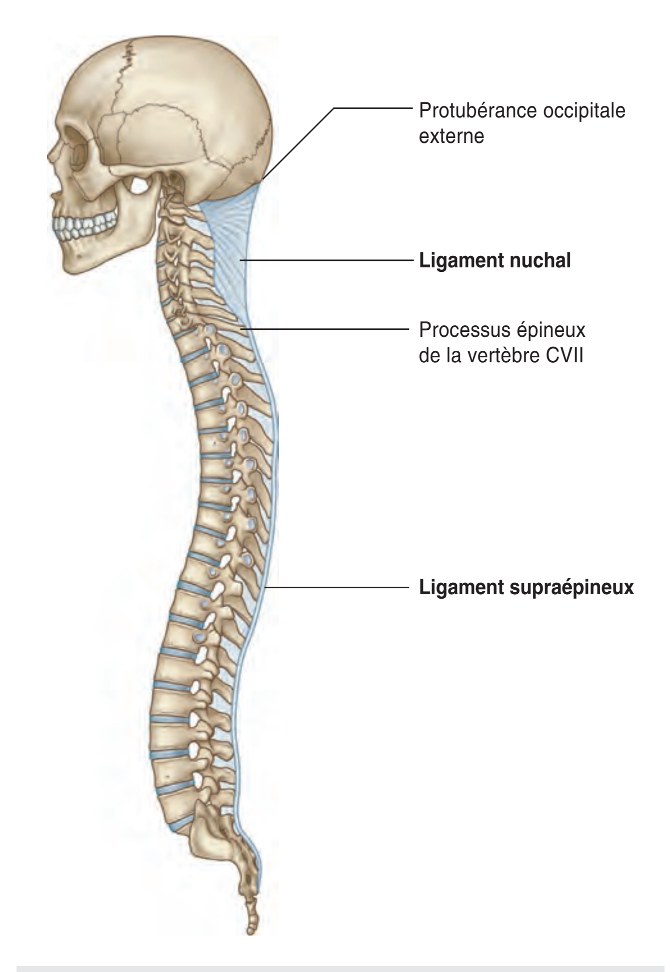


Figure 2.37 Ligament supraépineux et ligament nuchal.

Ligaments interépineux

Les ligaments interépineux sont tendus entre les processus épineux des vertèbres adjacentes (fig. 2.38). Ils s'insèrent sur toute la hauteur du processus épineux, de sa base à son apex, et sont en continuité avec les ligaments supraépineux en arrière et les ligaments jaunes en avant.

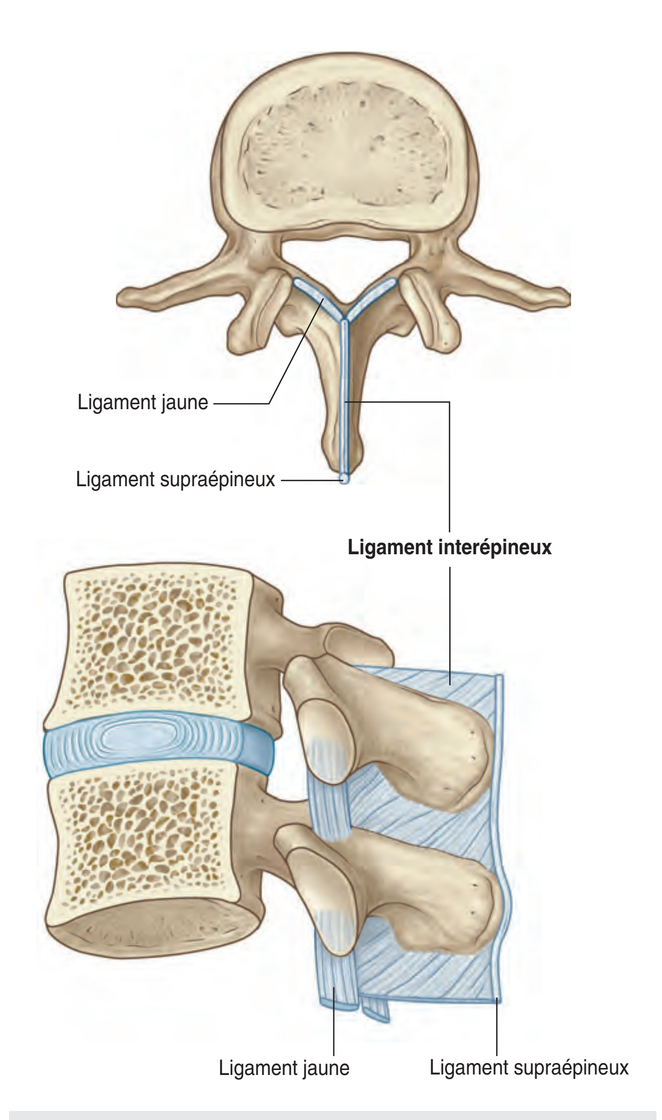


Figure 2.38 Ligaments interépineux.

En clinique

Ligaments jaunes

Les ligaments jaunes sont des éléments anatomiques jouant un rôle important dans la physiopathologie de certaines affections du canal vertébral (fig. 2.39). Ainsi, dans certaines pathologies dégénératives de la colonne vertébrale, ce ligament peut s'hypertrophier. Cette hypertrophie est par ailleurs souvent associée à une arthrose et une hypertrophie des articulations zygapophysaires. Le diamètre du canal vertébral en est diminué d'autant, en particulier s'il existe une hernie discale. En s'associant, une hypertrophie des articulations zygapophysaires, une hypertrophie des ligaments jaunes et une petite protrusion discale, peuvent réduire les dimensions du canal vertébral, engendrant la symptomatologie du canal lombal étroit.

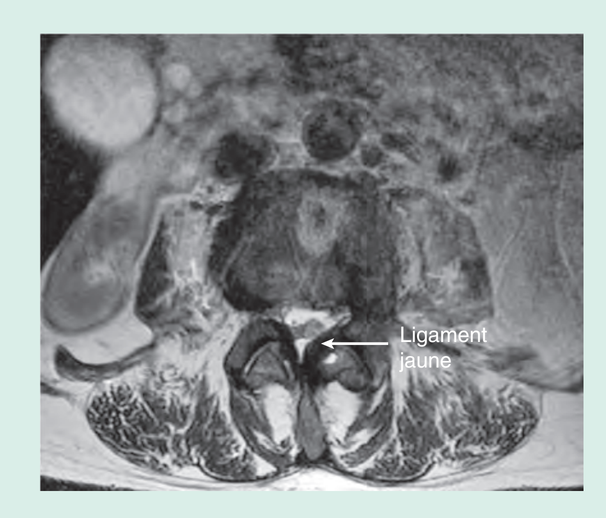


Figure 2.39 IRM en coupe axiale mettant en évidence l'hypertrophie du ligament jaune au niveau du segment lombal de la colonne.

En clinique

Fractures vertébrales

Les fractures vertébrales peuvent intéresser n'importe laquelle des vertèbres de la colonne vertébrale. Le pronostic de ces fractures ne dépend pas de la fracture en elle-même mais des lésions des éléments neurologiques contenus dans le canal vertébral survenues lors de la fracture.

La stabilité de la colonne vertébrale est évaluée grâce à l'analyse des « trois colonnes » la constituant. Cette séparation d'intérêt clinique comporte : la **colonne antérieure**, **discocorporéale**, comportant les corps vertébraux, les disques intervertébraux et le ligament longitudinal antérieur ; la **colonne moyenne**, comportant les corps vertébraux, les disques intervertébraux et le ligament longitudinal postérieur ; la **colonne postérieure**, **isthmoarticulaire**, comportant les isthmes vertébraux, les articulaires postérieures (zygapophysaires), les ligaments jaunes, les ligaments interépineux et supraépineux ainsi que le ligament nuchal pour la région cervicale.

L'atteinte de l'une de ces colonnes représente généralement une lésion stable ne nécessitant qu'un traitement antalgique et le repos. L'atteinte de deux colonnes constitue une lésion instable nécessitant habituellement une stabilisation chirurgicale. Une fracture de la colonne vertébrale impliquant les trois colonnes est souvent associée à des manifestations neurologiques et nécessite une prise en charge chirurgicale pour stabiliser la fracture et éviter l'aggravation des lésions.

(Suite)



En clinique—*Suite*

À la jonction craniocervicale, la stabilité est assurée par les structures ligamentaires. Lors d'un traumatisme cervical, l'atteinte de ces ligaments stabilisateurs est associée à d'importants risques de lésion de la moelle spinale. Les conséquences peuvent alors être dramatiques (tétraplégie). De plus, les fonctions respiratoires peuvent être compromises par une paralysie du nerf phrénique (qui est formé à partir des nerfs rachidiens de C3 à C5), une hypotension importante (baisse de la pression artérielle) peut résulter d'une atteinte centrale du système nerveux autonome sympathique.

L'atteinte des parties moyenne et basse de la colonne cervicale aura des conséquences neurologiques sur les membres supérieurs ou inférieurs. En dessous de C5, l'atteinte de la fonction respiratoire est rare.

Sachant que la fracture vertébrale survient dans le cadre d'un traumatisme violent, il convient d'examiner avec attention les organes abdominaux et l'ensemble des éléments squelettiques, à la recherche de fractures ou de lésions traumatiques viscérales.

Les lésions vertébrales peuvent aussi comporter des lésions des parties molles associées aux vertèbres. Ainsi, les luxations cervicales uni-ou bilatérales par accrochage des articulaires lors de traumatismes en hyperflexion.

Fractures de la portion interarticulaire

La portion interarticulaire est un terme clinique désignant la partie de la vertèbre entre les facettes articulaires supérieure et inférieure (zygapophyses) (fig. 2.40A). Cette zone est particulièrement exposée lors des traumatismes, notamment chez les sportifs.

Lorsqu'une fracture se produit au niveau de la portion interarticulaire, le corps vertébral est susceptible de glisser vers l'avant.

Les niveaux lombaux IV et V sont particulièrement exposés aux fractures de la portion interarticulaire (fig. 2.40B,C). (Notons qu'en pratique clinique, il est courant d'employer des termes impropres au sens anatomique strict pour désigner des parties du dos. Ainsi, les « articulaires postérieures » ou les « facettes articulaires » désignent les articulations zygapophysaires ; ou encore, le « rachis » désigne la colonne vertébrale.)

Une vertèbre peut également glisser vers l'avant par rapport à la vertèbre sous-jacente en l'absence de fracture de la portion interarticulaire. Ce glissement est la conséquence d'une anomalie anatomique des facettes articulaires ou d'une modification dégénérative de ces facettes articulaires. On parle de **spondylolisthésis dégénératif**.



Figure 2.40 Radiographie standard de la colonne lombale, incidence de trois quarts (image du « fox-terrier »). **A.** Sur cette vue, le processus transverse (nez), les pédicules (yeux), le processus articulaire supérieur (oreille), le processus articulaire inférieur (patte avant), et l'isthme (partie interarticulaire) (cou) évoquent la forme d'un chien. Une fracture de l'isthme (partie interarticulaire) est identifiée comme une interruption du cou du chien ou comme l'aspect d'un collier. **B.** Fracture de la partie interarticulaire. **C.** Scanner d'une fracture isthmique de LV.

En clinique

Procédures chirurgicales du rachis

Discectomie/laminectomie

Un débord du disque intervertébral peut marquer de son empreinte le sac dural, la moelle et plus souvent la racine nerveuse, générant des symptômes en correspondance avec le niveau de compression. Dans certains cas, la protrusion discale va se résorber et permettre la disparition des symptômes. En cas de douleurs rebelles, d'altérations des fonctions nerveuses, et de non-amélioration, une intervention chirurgicale peut être proposée pour réaliser l'exérèse de la protrusion discale.

Il est primordial d'identifier clairement en préopératoire le niveau du disque vertébral impliqué dans la genèse des symptômes. Cela nécessite parfois la réalisation d'un repérage à partir de l'IRM ou l'utilisation de la fluoroscopie pour ne pas se tromper de niveau. L'approche par la droite ou la gauche du processus épineux est choisie en fonction de l'importance du renflement discal. Dans certains cas, la résection des lames permet d'agrandir l'espace et de soulager le patient de ses douleurs. Certains chirurgiens réalisent une fenestration du ligament jaune. Cela permet un accès au canal vertébral. Le sac dural et son contenu sont doucement écartés, exposant ainsi la racine nerveuse et la protrusion discale. L'exérèse en est réalisée, libérant la racine et le canal.

Arthrodèse rachidienne

L'arthrodèse rachidienne est réalisée quand une fusion entre deux vertèbres adjacentes est nécessaire, et parfois de manière multiétagée. Les indications sont variées, incluant la stabilisation après fracture, la stabilisation dans le cadre d'une infiltration tumorale, et la stabilisation dans le cadre de douleurs mécaniques en rapport avec une discopathie ou une atteinte des éléments vertébraux postérieurs.

Il existe différentes manières d'obtenir une fusion vertébrale, au travers d'un abord postérieur et d'une arthrodèse postérieure, ou au travers d'un abord antérieur avec discectomie, remplacement discal ou arthrodèse antérieure, ou dans certains cas une arthrodèse circonférentielle à 360°, par fusion des éléments vertébraux postérieurs et du corps (fig. 2.41A,B).

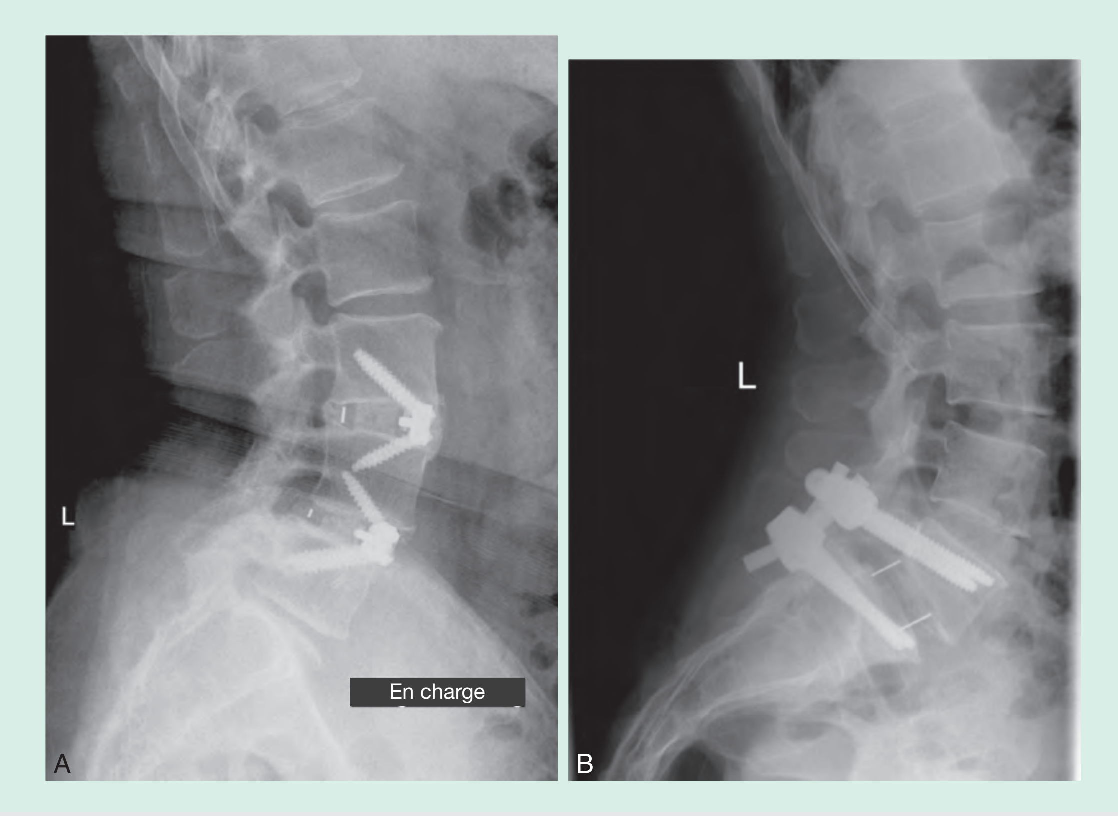


Figure 2.41 A. Arthrodèse lombale intercorporéale par voie antérieure (ALIF, *anterior lumbar interbody fusion*). **B.** Arthrodèse lombale intercorporéale par voie postérieure (PLIF, *posterior lumbar interbody fusion*).

MUSCULATURE DU DOS

Les muscles du dos sont disposés en trois groupes : superficiel, intermédiaire et profond.

Les muscles des groupes superficiel et intermédiaire sont des muscles dits extrinsèques car, d'un point de vue embryologique, ils proviennent de régions n'appartenant pas au dos. Ils sont innervés par les rameaux antérieurs des nerfs spinaux :

- les muscles du groupe superficiel participent à la mobilisation des membres supérieurs et y sont reliés ;
- les muscles du groupe intermédiaire sont reliés aux côtes et participent à la fonction respiratoire.

Les muscles du groupe profond sont des muscles dits intrinsèques car développés dans la région du dos. Ils sont innervés par les rameaux postérieurs des nerfs spinaux. Ils participent à la mobilisation de la colonne vertébrale et de la tête.

Muscles du groupe superficiel

Les muscles du groupe superficiel sont situés immédiatement sous la peau et le fascia superficiel (fig. 2.42 à 2.45). Ils relient les éléments supérieurs du squelette périphérique (la scapula, la clavicule et l'humérus) au squelette axial (le crâne, les côtes et la colonne vertébrale). Ils participent aux mouvements du squelette périphérique, et sont parfois dénommés muscles du **groupe appendiculaire**, car ils mobilisent la racine des membres (appendices) par rapport au tronc (squelette axial).

Les muscles du groupe superficiel comprennent le trapèze, le grand dorsal, le grand rhomboïde, le petit rhomboïde et l'élévateur de la scapula. Les muscles grand rhomboïde, petit rhomboïde et élévateur de la scapula sont disposés en profondeur sous le muscle trapèze, dans la partie supérieure du dos.

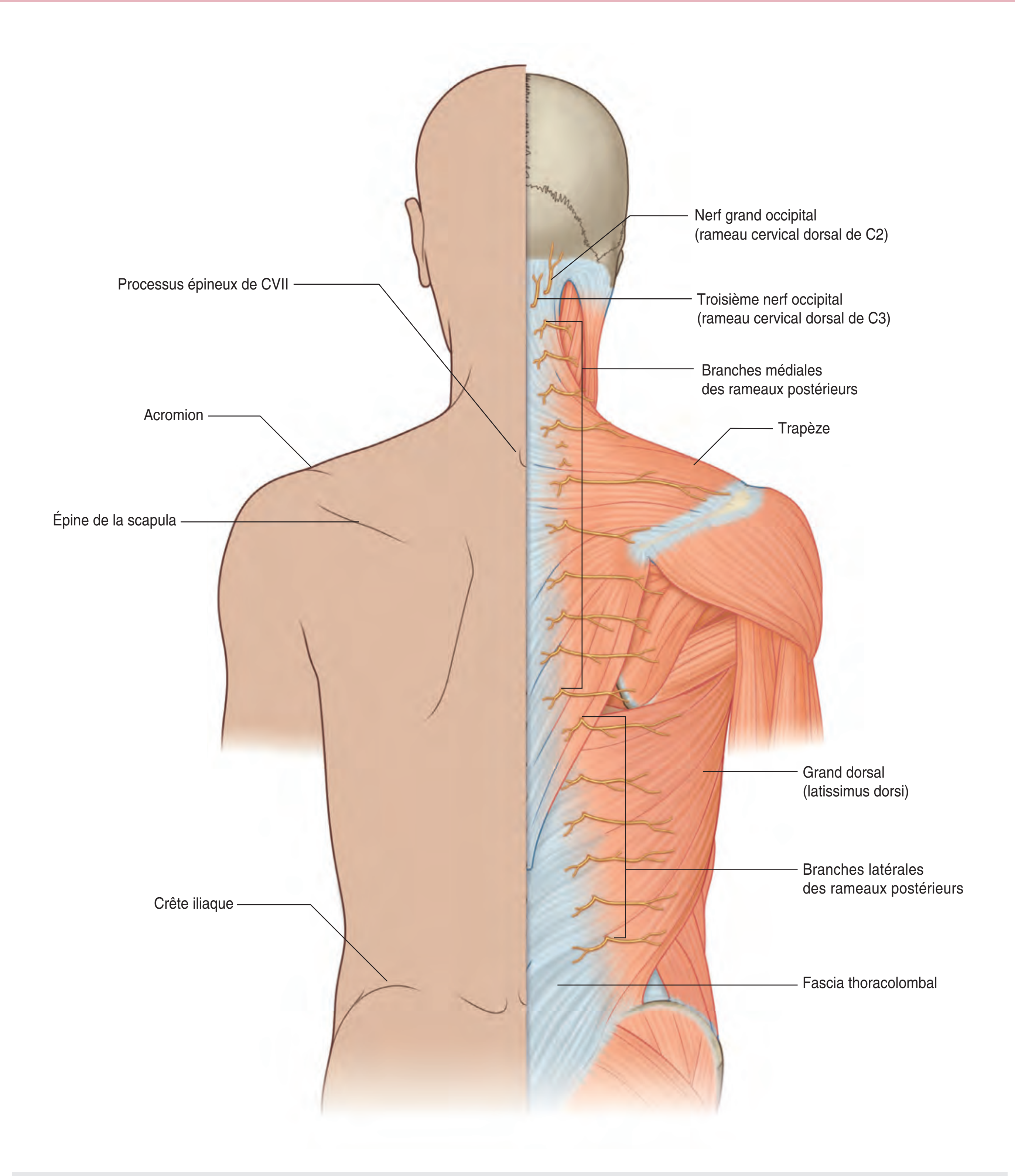


Figure 2.42 Muscles du dos du groupe superficiel – muscle trapèze et muscle grand dorsal.



Ligament nuchal
Trapèze
Élévateur de la scapula
Petit rhomboïde
Grand rhomboïde
Grand dorsal
(latissimus dorsi)

Figure 2.43 Muscles du dos du groupe superficiel – trapèze et grand dorsal, avec les grand et petit rhomboïdes et l'élévateur de la scapula situés sous le trapèze dans la partie supérieure du dos.

Trapèze

Chacun des deux **muscles trapèze** est plat et de forme triangulaire. La base de ce triangle, l'origine du muscle, est située le long de la colonne vertébrale et sa pointe est orientée vers le sommet de l'épaule (l'insertion de ce muscle) (fig. 2.43 et tableau 2.1). De part et d'autre de la ligne médiane, ces deux muscles réunis forment un trapèze.

Les fibres supérieures du trapèze descendent depuis le crâne et la partie supérieure de la colonne vertébrale pour venir s'insérer sur le tiers latéral de la clavicule et sur l'acromion de la scapula. La contraction de ces fibres soulève la scapula. Par ailleurs, les fibres supérieures et inférieures du trapèze travaillent en synergie pour imprimer un mouvement de rotation vers le haut du bord latéral de la scapula, permettant d'élever le membre supérieur au-dessus de la tête.

L'innervation motrice du trapèze est assurée par le nerf spinal accessoire (XI), qui, provenant du cou, chemine sur la face profonde du muscle (fig. 2.44). Les fibres proprioceptives du trapèze empruntent les branches nerveuses du plexus cervical et pénètrent dans la moelle en C3 et C4.

La vascularisation du trapèze est assurée par la branche collatérale superficielle de l'artère cervicale transverse, par la branche acromiale de l'artère suprascapulaire et par les branches collatérales dorsales des artères intercostales postérieures.

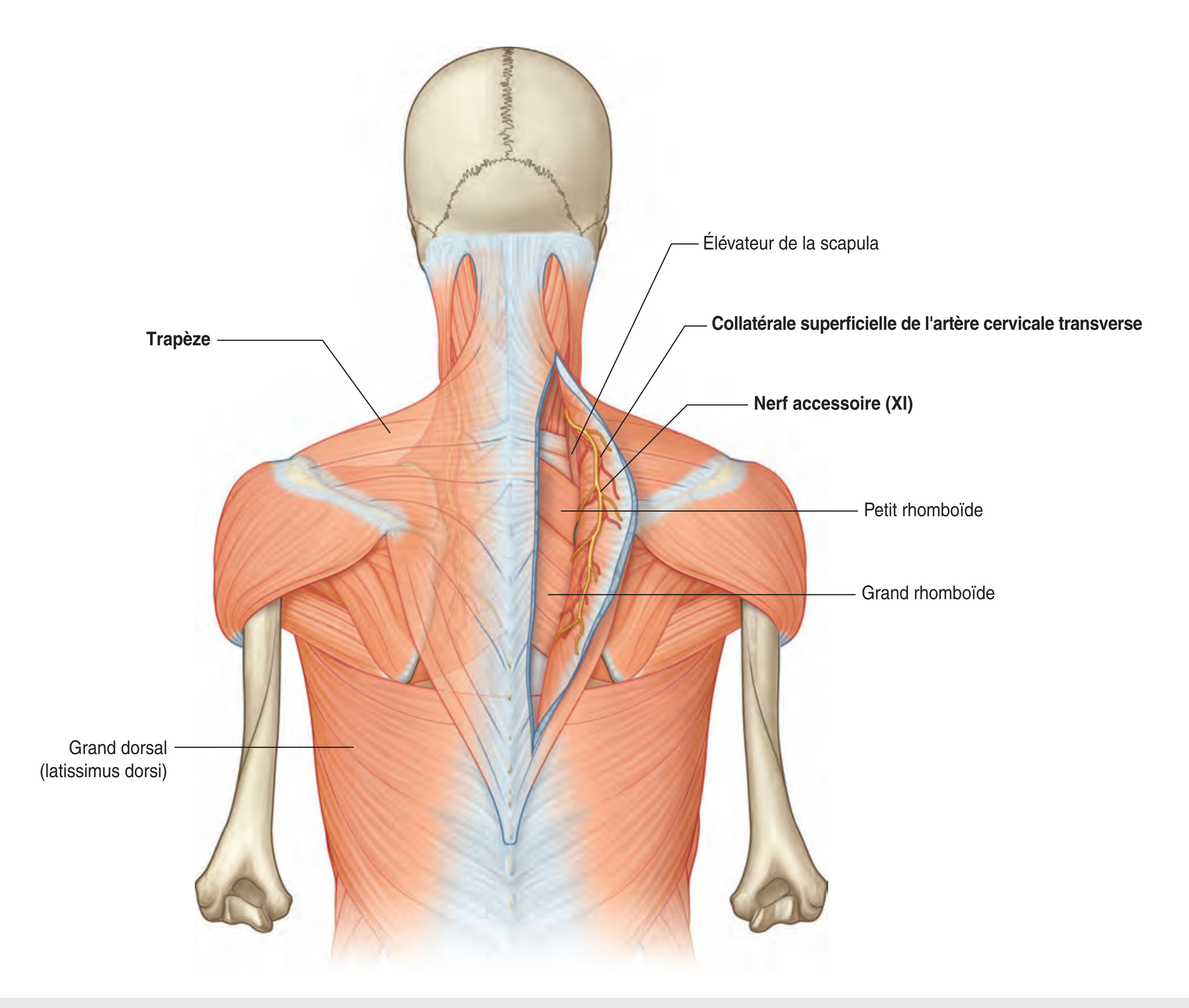


Figure 2.44 Innervation et vascularisation du trapèze.



Tableau 2.1 Muscles du dos du groupe superficiel (appendiculaires).

Muscle	Origine	Insertion	Innervation	Fonction
Trapèze	Ligne nuchale supérieure, protubérance occipitale externe, ligament nuchal, processus épineux de CVII à TXII	Tiers externe de la clavicule, acromion, épine de la scapula	Motrice – nerf spinal accessoire (XI) ; proprioception – C3 et C4	Participe à la rotation de la scapula lors de l'abduction de l'humérus au-dessus de l'horizontale ; les fibres supérieures élèvent, les fibres moyennes permettent l'adduction, et les fibres inférieures abaissent la scapula
Grand dorsal	Processus épineux de TVII à LV et du sacrum, crête iliaque, 10e à 12e côtes	Sillon intertuberculaire de l'humérus (coulisse bicipitale)	Nerf thoracodorsal (C6 à C8)	Extension, adduction et rotation interne de l'humérus
Élévateur de la scapula	Processus transverses de CI à CIV	Bord médial de la partie supérieure de la scapula	Rameaux de C3 et C4 et nerf dorsal scapulaire (C4, C5)	Élève la scapula
Grand rhomboïde	Processus épineux de TII à TV	Bord médial de la scapula entre l'épine et l'angle inférieur	Nerf dorsal scapulaire (C4, C5)	Adduction et élévation de la scapula
Petit rhomboïde	Partie basse du ligament nuchal, processus épineux de CVII à TI	Du bord médial de la scapula à l'épine de la scapula	Nerf dorsal scapulaire (C4, C5)	Adduction et élévation de la scapula

Grand dorsal

Le **muscle grand dorsal** est un grand muscle, plat et triangulaire qui prend son origine à la partie basse du dos, qui se vrille en s'enroulant autour de la cage thoracique et qui se termine par un tendon étroit venant s'insérer sur l'humérus (fig. 2.42 à 2.45 et tableau 2.1). La contraction du grand dorsal imprime au membre supérieur un mouvement d'extension, d'adduction et de rotation médiale. Il est également abaisseur de l'épaule.

L'innervation du grand dorsal est assurée par le nerf thoracodorsal, issu du plexus brachial. Sa vascularisation dépend pour la majeure partie de l'artère thoracodorsale. D'autres branches vasculaires de petit calibre provenant des artères intercostales et lombales participent également à sa vascularisation.

Élévateur de la scapula

Le **muscle élévateur de la scapula** prend son origine sur les processus transverses des vertèbres cervicales hautes et se termine sur la partie haute de la scapula, sur le bord médial de son angle supérieur (fig. 2.43, fig. 2.45 et tableau 2.1). Ce muscle élève la scapula et, en association avec d'autres muscles, permet également la rotation médiale de la scapula.

Son innervation est assurée par des branches des rameaux antérieurs des nerfs spinaux C3, C4 et du nerf dorsal scapulaire. Sa vascularisation dépend de branches provenant des artères cervicales transverse et ascendante.

Petit rhomboïde et grand rhomboïde

Les rhomboïdes sont des muscles situés plus bas que l'élévateur de la scapula (fig. 2.45 et tableau 2.1). Le **petit rhomboïde**, au-dessus du grand rhomboïde, est un petit muscle cylindrique ayant pour origine le ligament nuchal et les processus épineux des vertèbres CVII et TI. Son insertion se fait sur le bord médial de la scapula en regard de la racine de l'épine de la scapula.

Le **grand rhomboïde** prend son origine sur les processus épineux des vertèbres thoraciques hautes et s'insère sur le bord médial de la scapula, sous le petit rhomboïde.

Les deux muscles rhomboïdes travaillent en synergie pour ramener la scapula vers la colonne vertébrale. En association avec d'autres muscles, ils participent à la rotation vers le bas du bord externe de la scapula.

Le nerf dorsal scapulaire, provenant du plexus brachial, innerve ces deux muscles (fig. 2.46).

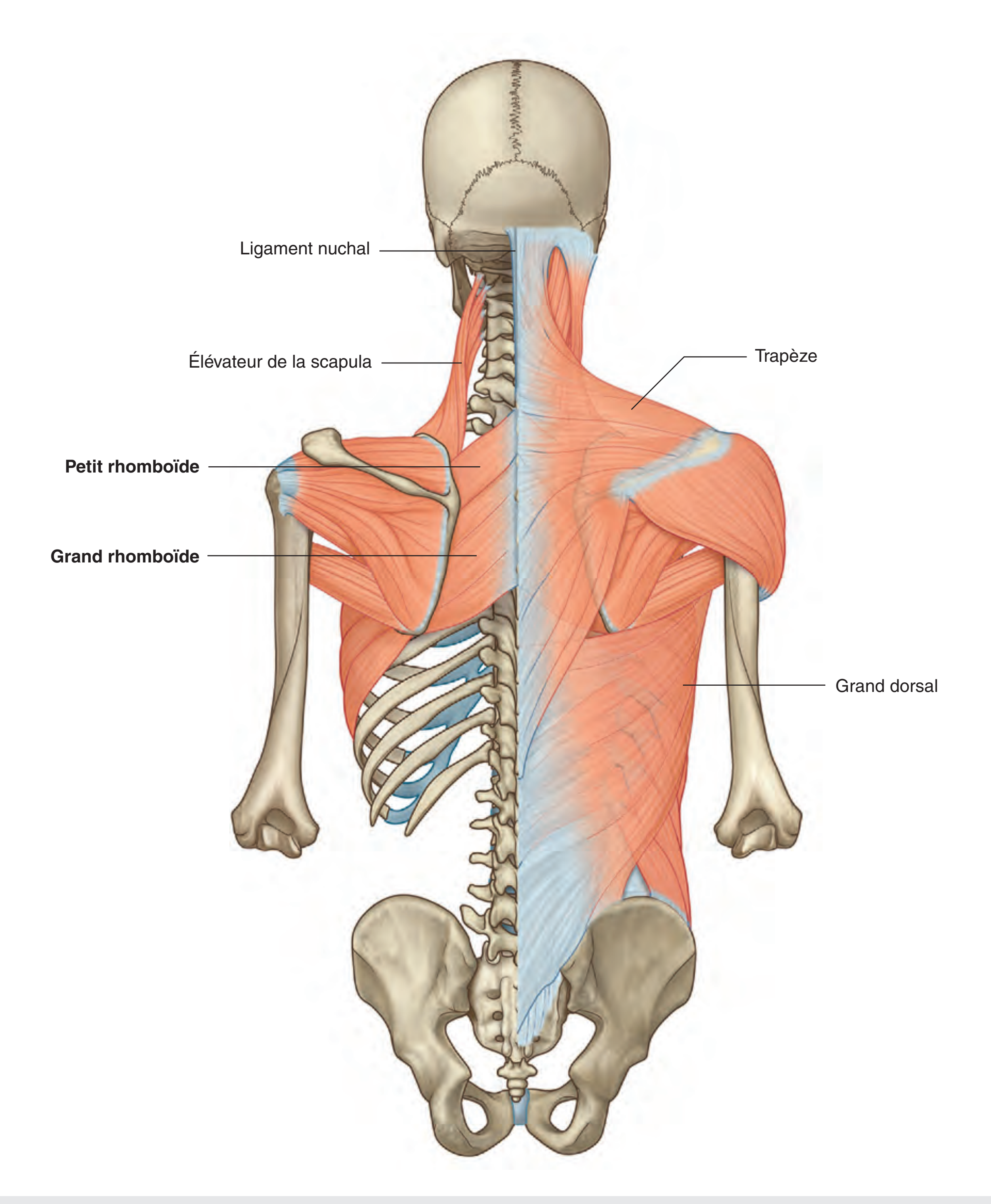


Figure 2.45 Muscles rhomboïdes et élévateur de la scapula.

Figure 2.46 Innervation et vascularisation des muscles rhomboïdes.

Muscles du dos du groupe intermédiaire

Les muscles du groupe intermédiaire se composent de deux minces feuillets musculaires, l'un dans la partie haute du dos et l'autre dans la partie basse. Ils sont situés immédiatement sous les muscles du groupe superficiel (fig. 2.47 et tableau 2.2). Les fibres de ces deux muscles dentelés postérieurs (dentelé postérosupérieur et dentelé postéro-inférieur) sont obliques vers le dehors, joignant la colonne vertébrale aux côtes. Leur disposition leur confère une fonction respiratoire et ces muscles ont longtemps été associés à des muscles respiratoires.

Le dentelé postérosupérieur et le dentelé postéro-inférieur se trouvent respectivement sous les muscles rhomboïdes et sous le grand dorsal. Les deux dentelés ont des insertions sur la colonne vertébrale ; leurs fibres sont ensuite descendantes (**dentelé postérosupérieur**) ou ascendantes (**dentelé postéro-inférieur**) pour rejoindre les côtes. Ces muscles soulèvent ou abaissent les côtes.

Les muscles dentelés postérieurs sont innervés par des branches des rameaux antérieurs des nerfs intercostaux. Leur vascularisation se fait par des branches provenant également des artères intercostales.

Tableau 2.2 Muscles du dos du groupe intermédiaire (respiratoires).

Muscle	Origine	Insertion	Innervation	Fonction
Dentelé postérosupérieur	Partie inférieure du ligament nuchal, processus épineux de CVII à TIII et ligaments supraépineux	Bord supérieur des 2e à 5e côtes	Rameaux antérieurs des nerfs thoraciques supérieurs (T2 à T5)	Soulève les 2e à 5e côtes
Dentelé postéro-inférieur	Processus épineux de TXI à LIII et ligaments supraépineux	Bord inférieur des 9e à 12e côtes	Rameaux antérieurs des nerfs thoraciques inférieurs (T9 à T12)	Abaisse les 9e à 12e côtes et empêche l'élévation des côtes inférieures lors de la contraction du diaphragme

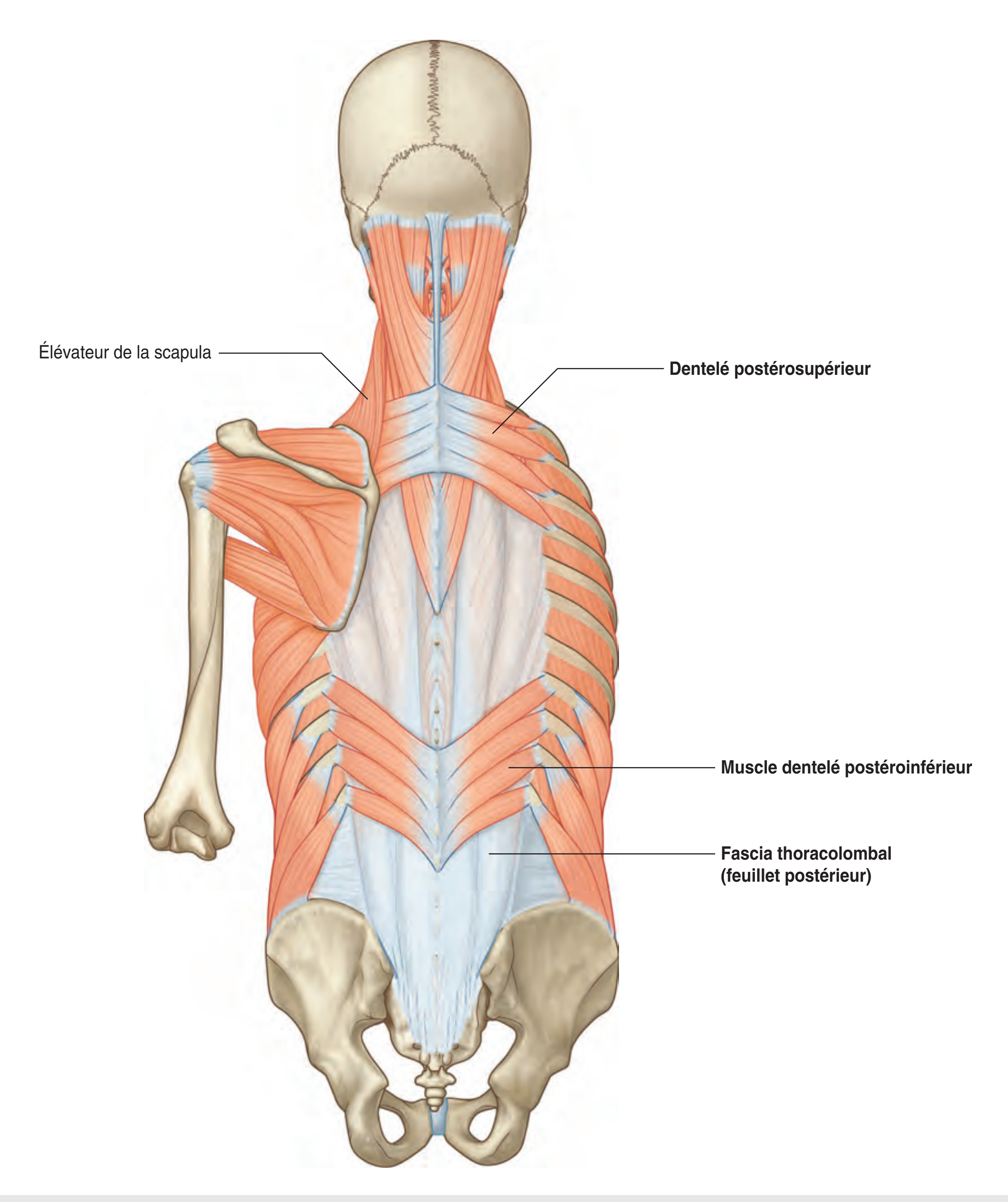


Figure 2.47 Muscles du dos du groupe intermédiaire – muscles dentelés postérieurs.

Muscles du groupe profond

Les muscles du dos du groupe profond ou muscles intrinsèques s'étendent depuis le crâne jusqu'au pelvis. Leur innervation est assurée par des branches provenant des rameaux postérieurs des nerfs spinaux. Ce groupe musculaire regroupe :

- les extenseurs et les rotateurs de la tête et du cou – le splénius de la tête et le splénius du cou ;
- les extenseurs et les rotateurs de la colonne vertébrale – les érecteurs du rachis et les transversaires épineux ;
- les muscles courts segmentaires – les interépineux et les intertransversaires.

La vascularisation des muscles appartenant à ce groupe est assurée par des branches collatérales des artères vertébrale, cervicale profonde, occipitale, cervicale transverse, intercostale postérieure, subcostale, lombale et sacrale latérale.



Fascia thoracolombal

Le **fascia thoracolombal** recouvre les muscles profonds du dos et du tronc (fig. 2.48). Ce fascia est essentiel dans l'organisation des différents muscles de cette région et pour leur fonctionnement :

- en haut, il passe en avant du muscle dentelé postérosupérieur et est en continuité avec le fascia profond du cou ;
- dans la région thoracique, il recouvre les muscles du groupe profond qui sont ainsi isolés des muscles des groupes intermédiaire et superficiel du dos ;
- sur la ligne médiane, ce fascia s'insère sur les processus épineux des vertèbres thoraciques ; latéralement, il s'insère sur les angles postérieurs des côtes.

Les insertions médiales du muscle grand dorsal et du dentelé postéro-inférieur se confondent avec le fascia thoracolombal. Dans la région lombale, le fascia thoracolombal est constitué de trois lames (ou feuillets) distincts :

- la lame postérieure, épaisse, est amarrée en dedans sur les processus épineux des vertèbres lombales, sacrales et sur le ligament supraépineux. Elle s'étend latéralement pour recouvrir les muscles érecteurs du rachis ;
- la lame moyenne s'insère en dedans sur le sommet des processus transverses des vertèbres lombales ainsi que sur les ligaments intertransversaires. Dans sa partie inférieure, elle s'insère sur la crête iliaque et, dans sa partie supérieure, sur le bord inférieur de la 12e côte ;
- la lame antérieure recouvre la face antérieure du muscle carré des lombes (appartenant à la paroi abdominale postérieure) et s'insère en dedans sur les processus transverses des vertèbres lombales. À sa partie basse, cette lame s'insère sur la crête iliaque et, à sa partie haute, elle se termine par le ligament latéral arqué participant à l'insertion du diaphragme.

Les lames postérieure et moyenne du fascia thoracolombal se réunissent sur la berge latérale des muscles érecteurs du rachis (fig. 2.48). La lame antérieure se confond avec les deux premières sur le bord latéral du muscle carré des lombes ; elles constituent ainsi l'aponévrose des muscles abdominaux transverses.

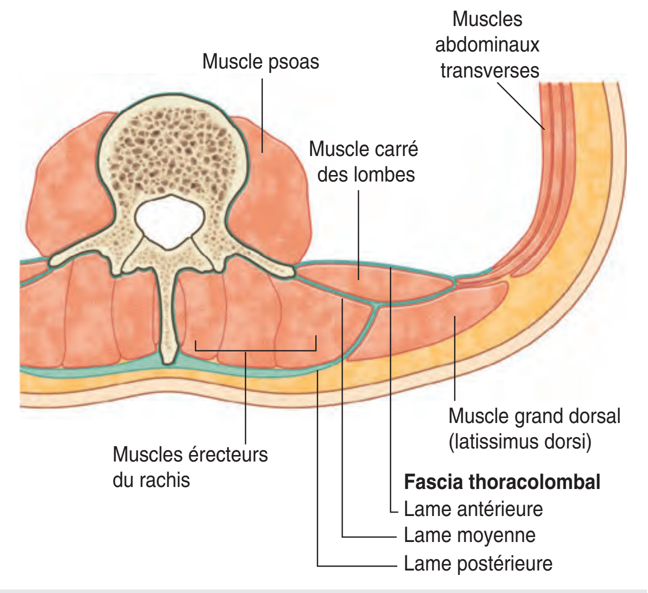


Figure 2.48 Fascia thoracolombal et muscles du dos du groupe profond (en coupe transversale).

Muscles splénius

Les deux muscles splénius naissent sur les processus épineux et le ligament nuchal, et se dirigent vers le haut et le dehors (fig. 2.49 et tableau 2.3) :

- le splénius de la tête est un muscle large qui s'insère sur l'os occipital et le processus mastoïde de l'os temporal ;
- le splénius du cou est un muscle étroit s'insérant sur les processus transverses des vertèbres cervicales hautes.

Ces deux muscles, agissant ensemble, maintiennent la tête en arrière et étendent la nuque. En revanche, individuellement, chacun de ces muscles imprime à la tête un mouvement de rotation vers le côté du muscle contracté.

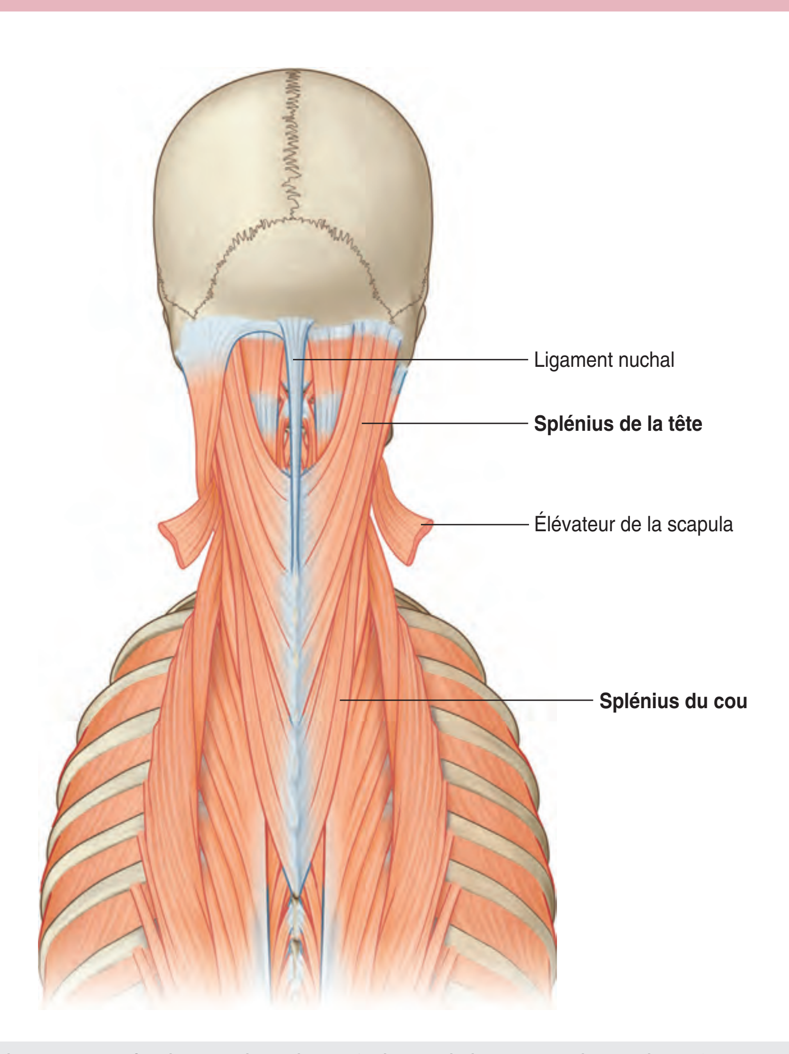


Figure 2.49 Muscles du dos du groupe profond – muscles splénius (splénius de la tête et splénius du cou).

Tableau 2.3 Muscles splénius.

Muscle	Origine	Insertion	Innervation	Fonction
Splénius de la tête	Moitié inférieure du ligament nuchal, processus épineux de CVII à TIV	Processus mastoïde, crâne sur le tiers latéral de la ligne courbe nuchale supérieure	Rameaux postérieurs des nerfs cervicaux moyens	Ensemble : extension du cou et projection de la tête en arrière ; individuellement : extension cervicale et rotation homolatérale de la tête
Splénius du cou	Processus épineux de TIII à TVI	Processus transverses de CI à CIII	Rameaux postérieurs des nerfs cervicaux inférieurs	Ensemble : extension du cou ; individuellement : rotation de la tête du côté du muscle

Muscles érecteurs du rachis

Les muscles érecteurs du rachis constituent le groupe musculaire le plus important parmi les muscles intrinsèques du dos. Ces muscles sont disposés sur la face postérieure et latérale de la colonne vertébrale. Ils sont situés entre les processus épineux en dedans et les angles costaux en dehors. Dans les régions thoracique et lombale, les muscles érecteurs du rachis sont recouverts par le fascia thoracolombal et les muscles dentelé postéro-inférieur, rhomboïdes et splénius. La masse musculaire des muscles érecteurs du rachis se développe à partir d'un volumineux tendon, épais, inséré sur le sacrum, la crête iliaque et les processus épineux des vertèbres lombales et des thoraciques inférieures (fig. 2.50 et tableau 2.4). La masse musculaire se divise plus haut en trois faisceaux principaux qui se divisent à leur tour pour donner de plus petits faisceaux s'insérant à différents niveaux (lombal, thoracique, cervical et céphalique).

- Le faisceau musculaire le plus latéral et le plus superficiel des muscles érecteurs est le **muscle iliocostal** qui s'insère sur les côtes et le tendon commun d'origine, et se termine par de nombreuses insertions sur les angles costaux et les processus transverses des dernières vertèbres cervicales.

Ligament nuchal
Splénius capitis
Longissimus de la tête
Processus épineux de CVII
Iliocostal du cou
Longissimus du cou
Épineux
Épineux du thorax
Longissimus thoracique
Longissimus thoracique
Iliocostal
Iliocostal du thorax
Iliocostal des lombes
Crête iliaque

Figure 2.50 Muscles du dos du groupe profond – muscles érecteurs du rachis.

Tableau 2.4 Muscles érecteurs du rachis.

Muscle	Origine	Insertion
Iliocostal des lombes	Sacrum, processus épineux des vertèbres lombales et des deux vertèbres thoraciques inférieures, leurs ligaments supraépineux, la crête iliaque	Angle des six ou sept dernières côtes
Iliocostal du thorax	Angle des six dernières côtes	Angle des six premières côtes et les processus transverses de CIV à CVII
Iliocostal du cou	Angle de la 3e à la 6e côte	Processus transverses de CIV à CVI
Longissimus thoracique	Se confond avec le muscle ilicostal en lombal et s'insère sur les processus transverses des vertèbres lombales	Processus transverses de toutes les vertèbres thoraciques et sur le bord latéral du tubercule des neuf ou dix dernières côtes
Longissimus du cou	Processus transverses des quatre ou cinq vertèbres thoraciques supérieures	Processus transverses de CII à CVI
Longissimus de la tête	Processus transverses des quatre ou cinq vertèbres thoraciques supérieures et processus articulaires des trois ou quatre vertèbres cervicales inférieures	Bord postérieur du processus mastoïde
Épineux du thorax	Processus épineux de TX ou TXI à LI	Processus épineux de TI à TVIII (variable)
Épineux du cou	Partie inférieure du ligament nuchal et processus épineux de CVII (parfois TI à TII)	Processus épineux de CII (axis)
Épineux de la tête	Se confond habituellement avec le semi-épineux de la tête	Commune avec le semi-épineux de la tête

- Le faisceau moyen ou intermédiaire est représenté par le **muscle longissimus**. Il est le plus grand des muscles érecteurs du rachis et s'étire depuis le tendon commun à ce groupe de muscles jusqu'à la base du crâne. Le long de son trajet, le longissimus passe latéralement en regard des processus transverses des vertèbres.
- Le faisceau le plus médian de ce groupe est le **muscle épineux**, le moins volumineux de ces muscles. Il relie les processus épineux des vertèbres adjacentes. L'épineux est constamment retrouvé dans la région thoracique mais est généralement manquant dans la région cervicale. À proximité du crâne, il est associé à un muscle plus profond (le semi-épineux de la tête).

Les muscles appartenant au groupe des érecteurs du rachis sont les principaux muscles de l'extension de la colonne vertébrale et de la tête. Lorsque les érecteurs du rachis des deux côtés agissent ensemble, ils redressent le dos d'une position de flexion à la position de rectitude et ramènent la tête vers l'arrière. Ils contrôlent également la flexion de la colonne en se contractant ou se relâchant, se coordonnant avec les autres muscles. Lorsqu'ils se contractent de manière unilatérale, les érecteurs du rachis impriment à la colonne un mouvement d'inflexion latérale. De la même manière, la contraction de ces muscles reliés à la tête tourne cette dernière vers le côté contracté.

Muscles transversaires épineux

Les muscles transversaires épineux partent des processus transverses et joignent, par un trajet oblique vers le haut et le dedans, les processus épineux. Ils comblent ainsi les espaces entre ces structures vertébrales (fig. 2.51 et tableau 2.5). Ces muscles, situés sous les muscles érecteurs du rachis, se composent de trois sous-groupes principaux – les semi-épineux, les multifidus et les muscles rotateurs du rachis.

- Les **muscles semi-épineux** sont les plus superficiels des transversaires épineux. Ils prennent naissance dans la région thoracique basse, croisent quatre à six vertèbres sur leur trajet et se terminent sur le crâne. Ils sont situés dans les régions thoracique et cervicale, et s'insèrent sur l'os occipital à la base du crâne.
- Les **muscles multifidus** sont situés sous les semi-épineux et s'étendent sur toute la longueur de la colonne vertébrale. Ils proviennent des éléments latéraux des vertèbres (processus articulaire en cervical, processus transverse en thoracique, processus mamillaire en lombal) et, par un trajet ascendant et oblique vers le dedans, ils viennent s'insérer sur les processus épineux des deux à quatre vertèbres sus-jacentes. Les multifidus sont retrouvés tout le long de la colonne mais sont plus développés dans la région lombale.
- Les **muscles rotateurs** du rachis sont les plus petits des muscles du groupe des transversaires épineux. On les retrouve sur toute la longueur de la colonne mais ils sont plus développés dans la région thoracique. Leurs fibres musculaires sont obliques en haut et en dedans, joignant un processus transverse à la racine d'un processus épineux de la deuxième vertèbre sus-jacente (rotateurs longs) ou de la vertèbre immédiatement sus-jacente (court rotateur).

Lorsque les muscles du groupe des transversaires épineux se contractent de manière bilatérale, ils étendent la colonne vertébrale, tout comme les érecteurs du rachis. Leur contraction unilatérale provoque un mouvement d'inclinaison et de torsion de la colonne vertébrale, les processus épineux étant

Muscle petit droit postérieur de la tête
Muscle oblique supérieur de la tête
Muscle grand droit postérieur de la tête
Muscle oblique inférieur de la tête
Semi-épineux de la tête
Processus épineux de CVII
Semi-épineux du thorax
Rotateurs du thorax (court et long)
Élévateurs des côtes (court et long)
Multifidus
Intertransversaire
Érecteur du rachis

Figure 2.51 Muscles du dos du groupe profond – les muscles transversaires épineux et segmentaires.

attirés vers les processus transverses. Ainsi, le tronc est tourné vers le côté opposé à la contraction musculaire.

Le **muscle semi-épineux du cou**, inséré sur le crâne, étend la tête lors de sa contraction bilatérale. La contraction unilatérale imprime un mouvement d'extension et d'inclinaison homolatérale. Ainsi, le menton est tourné vers le haut et du côté de la contraction. Ces effets sont identiques à ceux des muscles érecteurs de la région du cou.

Muscles segmentaires

On distingue deux groupes de muscles segmentaires (fig. 2.51 et tableau 2.6) qui ont une position profonde dans le dos et qui sont innervés par les rameaux postérieurs des nerfs spinaux.

- Les **muscles élévateurs des côtes** naissent sur les processus transverses des vertèbres CVII et TI à TXI. Leurs fibres ont une orientation oblique vers le dehors et vers le bas pour venir s'insérer sur la côte sous-jacente, près du tubercule costal. Leur contraction provoque l'élévation de la côte.
- Le second groupe de muscles segmentaires du dos regroupe les **muscles interépineux**, qui relient les processus épineux adjacents, et les **muscles intertransversaires**, qui relient les processus transverses adjacents. Ces muscles jouent un rôle important dans le maintien de la posture en stabilisant les vertèbres adjacentes lors des mouvements de la colonne vertébrale. Ils facilitent ainsi l'action des autres groupes musculaires du dos.

Muscles suboccipitaux

Les muscles suboccipitaux sont petits et regroupés sous l'os occipital, dans la région cervicale supérieure. Ils relient les vertèbres CI (atlas) et CII (axis) entre elles et avec la base du crâne. Du fait de leur localisation sous l'occiput, on leur attribue le terme de muscles suboccipitaux (fig. 2.51, fig. 2.52 et tableau 2.7). Ils comprennent :

- le **muscle grand droit postérieur de la tête** ;
- le **muscle petit droit postérieur de la tête** ;
- le **muscle oblique supérieur de la tête** ;
- le **muscle oblique inférieur de la tête**.

La contraction des muscles suboccipitaux provoque respectivement l'extension et la rotation des articulations atlanto-occipitale et atlanto-axoïdienne.

Tableau 2.5 Muscles transversaires épineux du dos.

Muscle	Origine	Insertion
Semi-épineux du thorax	Processus transverses de TVI à TX	Processus épineux des quatre vertèbres thoraciques supérieures et des deux vertèbres cervicales inférieures
Semi-épineux du cou	Processus transverses des cinq ou six vertèbres thoraciques supérieures	Processus épineux de CII (axis) à CV
Semi-épineux de la tête	Processus transverses de TI à TVI (ou TVII), de CVII ainsi que processus articulaires de CIV à CVI	Partie moyenne comprise entre les lignes nuchales supérieure et inférieure de l'occiput
Multifidus	Sacrum, origine des érecteurs du rachis, épine iliaque postérosupérieure, processus mamillaires des vertèbres lombales, processus transverses des vertèbres thoraciques, processus articulaires des quatre vertèbres cervicales inférieures	Racine des processus épineux de toutes les vertèbres comprises entre LV et CII (axis)
Rotateurs des lombes	Processus mamillaires des vertèbres lombales	Processus épineux des vertèbres lombales
Rotateurs du thorax	Processus transverses des vertèbres thoraciques	Processus épineux des vertèbres thoraciques
Rotateurs du cou	Processus articulaires des vertèbres cervicales	Processus épineux des vertèbres cervicales

Tableau 2.6 Muscles segmentaires du dos.

Muscle	Origine	Insertion	Fonction
Élévateurs des côtes	Paire de muscles courts provenant des processus transverses des vertèbres CVII à TXI	La côte sous-jacente au niveau vertébral d'origine près du tubercule costal	Soulève les côtes lors de la contraction
Interépineux	Paire de muscles courts (de chaque côté du ligament interépineux) insérés sur les processus épineux de deux vertèbres contiguës		Muscles posturaux stabilisateurs de la vertèbre adjacente lors des mouvements de la colonne vertébrale
Intertransversaires	Petits muscles situés entre les processus transverses de deux vertèbres contiguës		Muscles posturaux stabilisateurs de la vertèbre adjacente lors des mouvements de la colonne vertébrale

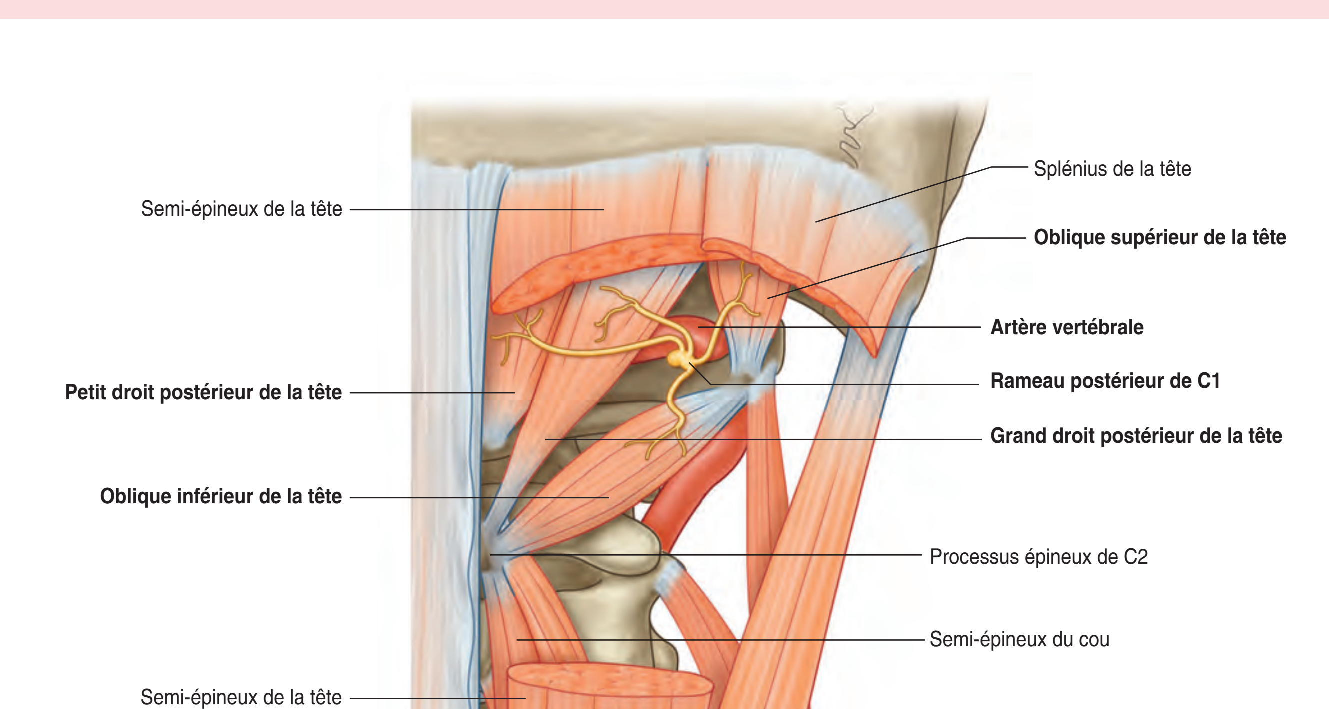


Figure 2.52 Muscles du dos du groupe profond – muscles suboccipitaux. Ce schéma montre également les limites du triangle suboccipital.

Tableau 2.7 Muscles du dos du groupe des muscles suboccipitaux.

Muscle	Origine	Insertion	Innervation	Fonction
Grand droit postérieur de la tête	Processus épineux de l'axis (CII)	Partie latérale de l'os occipital sous la ligne nuchale inférieure	Rameau postérieur de C1	Extension de la tête ; rotation homolatérale de la face
Petit droit postérieur de la tête	Tubercule postérieur de l'atlas (CI)	Partie médiale de l'os occipital sous la ligne nuchale inférieure	Rameau postérieur de C1	Extension de la tête
Oblique supérieur de la tête	Processus transverse de l'atlas (CI)	Os occipital entre les lignes nuchales inférieure et supérieure	Rameau postérieur de C1	Extension de la tête ; inclinaison homolatérale de la tête
Oblique inférieur de la tête	Processus épineux de l'axis (CII)	Processus transverse de l'atlas (CI)	Rameau postérieur de C1	Rotation homolatérale de la face

Les muscles suboccipitaux sont innervés par le rameau postérieur du premier nerf cervical, le nerf spinal C1, qui passe entre l'artère vertébrale et l'arc postérieur de l'atlas (fig. 2.52). La vascularisation de ces muscles est assurée par des branches collatérales des artères vertébrale et occipitale.

Les muscles suboccipitaux limitent un espace, le **triangle suboccipital**, comportant d'importantes structures (fig. 2.52). Les limites de cet espace sont :

- le muscle grand droit postérieur de la tête qui forme la limite médiale du triangle ;
- le muscle oblique supérieur de la tête qui représente la limite latérale ;
- le muscle oblique inférieur de la tête qui en donne la limite inférieure.

Ce triangle comporte le rameau postérieur de C1, l'artère vertébrale et les veines associées à cette artère.

En clinique

Lésions nerveuses altérant les muscles superficiels du dos

Une faiblesse du muscle trapèze provoquée par la lésion du nerf spinal accessoire (XI) se manifeste par une chute du moignon de l'épaule, l'incapacité d'élever le bras au-dessus de la tête (impossibilité de rotation de la scapula) ou par une faiblesse lors de l'élévation de l'épaule contre résistance.

La lésion du nerf thoracodorsal entraîne une faiblesse ou une paralysie du grand dorsal. Cette atteinte se manifeste par une impossibilité ou une faiblesse pour hisser le corps vers le haut par la simple force des bras.

La lésion du nerf dorsal scapulaire (innervant les muscles rhomboïdes) entraîne une bascule latérale de la scapula du côté de la paralysie nerveuse (la scapula bascule du fait de la disparition de la force stabilisatrice des muscles paralysés).

MOELLE SPINALE

Chez un adulte, la moelle spinale s'étend du foramen magnum jusqu'au niveau des disques LI ou LII. Elle se termine parfois en TXII et s'étend parfois jusqu'au niveau du disque intervertébral entre LII et LIII (fig. 2.53). Chez le nouveau-né, la moelle spinale s'étend jusqu'à la vertèbre LIII, voire parfois LIV. La portion toute distale de la moelle est appelée le **cône terminal**, en raison de sa forme en cône. Un filament fin de tissu conjonctif (la partie du **filum terminale** provenant de la pie-mère) prolonge vers le bas le cône médullaire.

Tout au long de son trajet dans le canal vertébral, la moelle spinale n'a pas un diamètre constant. Elle présente deux zones d'élargissement correspondant aux régions de la moelle d'où naissent les nerfs spinaux destinés à l'innervation des membres supérieurs et inférieurs. Le **renflement cervical** (intumescence cervicale) intéresse la zone donnant les nerfs spinaux de C5 à T1, responsables de l'innervation des membres supérieurs. Le **renflement lombosacral** (intumescence lombosacrale) de la moelle intéresse la zone donnant les nerfs spinaux de L1 à S3, innervant les membres inférieurs.

La surface de la moelle est marquée de sillons (fig. 2.54) :

- le **sillon médian antérieur** court tout le long de la face antérieure de la moelle spinale ;
- le **sillon médian postérieur** s'étend sur la face postérieure de la moelle ;
- le **sillon intermédiaire postérieur** est présent de chaque côté, sur la face postérolatérale de la moelle. Ces sillons

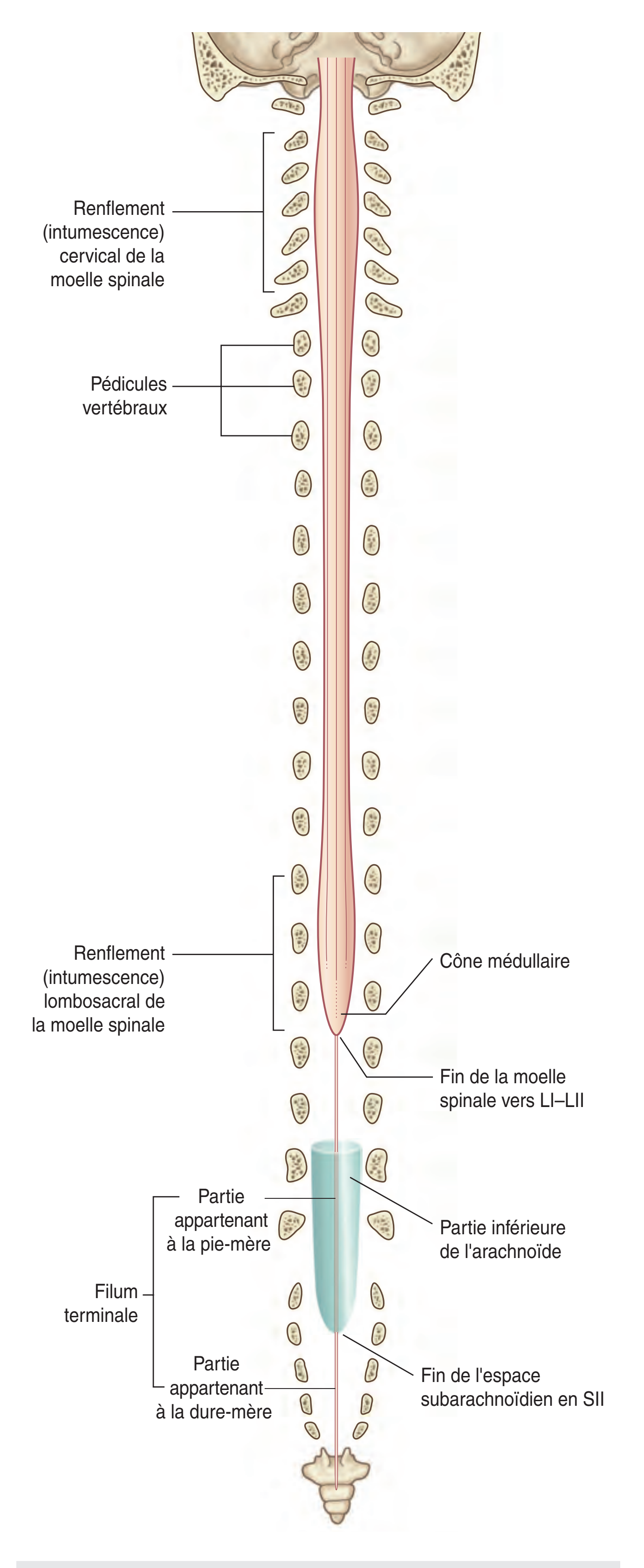


Figure 2.53 Moelle spinale.



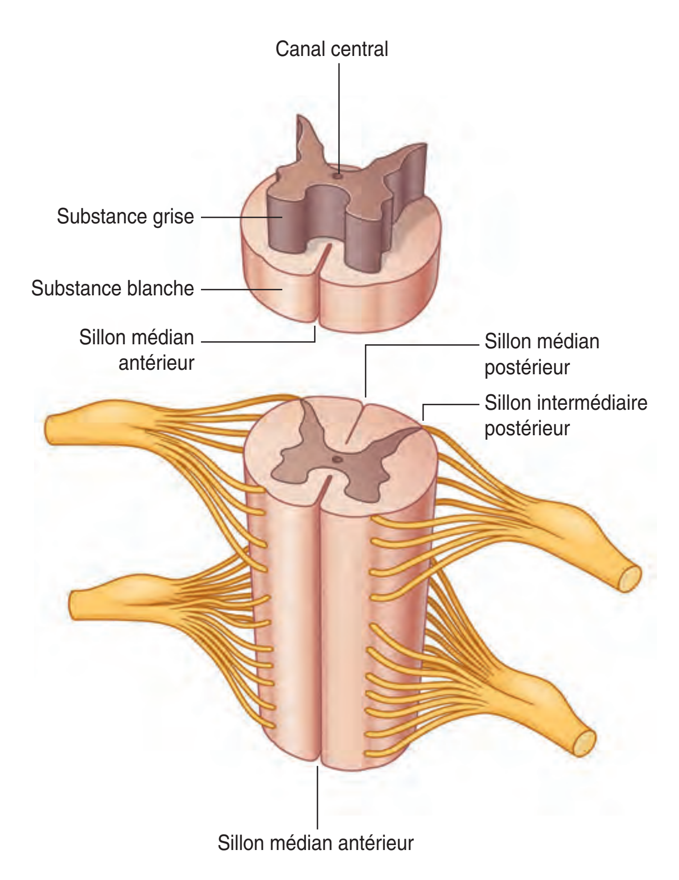


Figure 2.54 Description de la moelle spinale.

intermédiaires correspondent à la zone de pénétration dans la moelle spinale des racines postérieures des nerfs spinaux.

Au centre, la moelle spinale comporte un petit canal central entouré de la substance grise et de la substance blanche :

- la substance grise est constituée des corps cellulaires des cellules nerveuses. Ces corps cellulaires sont organisés en colonnes le long de la moelle. En coupe transversale, ces colonnes ont une forme en H caractéristique de la partie centrale de la moelle spinale ;
- la substance blanche, constituée des expansions des cellules nerveuses, entoure la substance grise. Ces expansions cellulaires prennent des trajets descendants ou ascendants pour gagner d'autres niveaux de la moelle. Elles sont parfois destinées au cerveau, transmettant des informations provenant du cerveau ou allant au cerveau.

Vascularisation

Artères

Les artères de la vascularisation de la moelle ont deux origines (fig. 2.55) :

- un groupe de vaisseaux longitudinaux naissant avant l'extrémité supérieure de la moelle et descendant sur la surface de celle-ci ;

Artère spinale postérieure
Artère spinale antérieure
Artères médullaires segmentaires
Artère vertébrale
Artère cervicale ascendante
Artère cervicale profonde
Tronc costocervical
Tronc thyrocervical
Artère subclavière
Artères médullaires segmentaires (branches des artères spinales segmentaires)
Artère spinale segmentaire
Artère intercostale postérieure
Artère d'Adamkiewicz (branche d'une artère spinale segmentaire)
Artère spinale segmentaire
Artère sacrale latérale
A

Figure 2.55 Artères vascularisant la moelle spinale. **A.** Vue antérieure de la moelle spinale (toutes les artères spinales segmentaires ne sont pas apparentes).

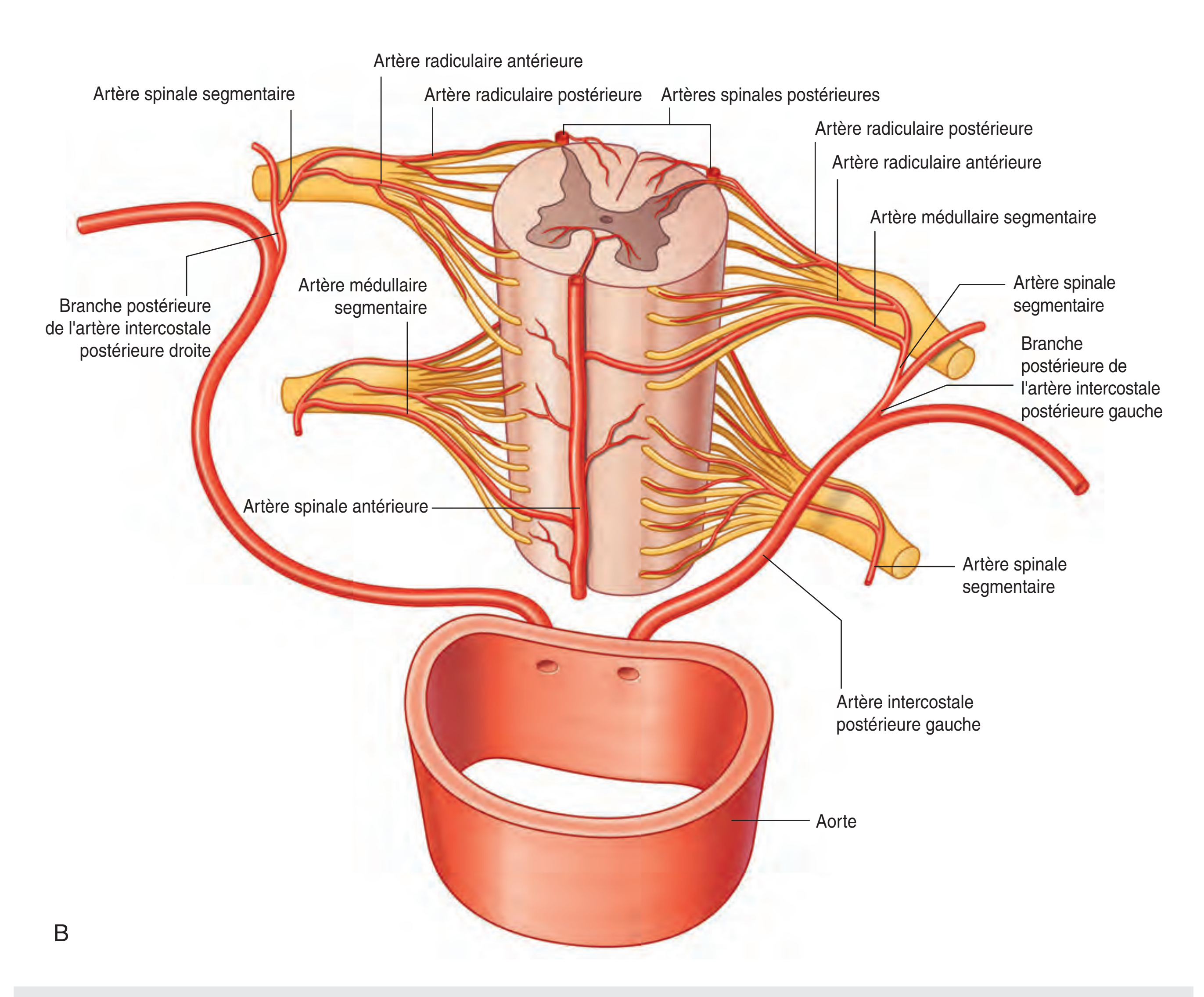


Figure 2.55. Suite **B.** Vascularisation segmentaire de la moelle spinale.

- les artères nourricières pénétrant le canal vertébral par les foramens vertébraux, à chacun des niveaux. Ces **artères spinales segmentaires** proviennent des artères vertébrales et des artères cervicales profondes dans la région du cou, des artères intercostales postérieures dans la région thoracique et des artères lombales dans la région abdominale.

Les artères spinales segmentaires passent le foramen intervertébral et se divisent à tous les niveaux vertébraux pour donner les **artères radiculaires antérieure** et **postérieure** (fig. 2.55). Ces artères radiculaires suivent les racines spinales antérieure et postérieure et les vascularisent. Certaines des artères spinales donnent également les **artères médullaires segmentaires** (fig. 2.55) qui rejoignent les vaisseaux longitudinaux à la surface de la moelle.

Les vaisseaux longitudinaux comprennent :

- une **artère spinale antérieure** provenant de la cavité crânienne de la réunion de deux collatérales des artères vertébrales. L'artère spinale antérieure court sur la face antérieure de la moelle, parallèle au sillon médian antérieur ;
- deux **artères spinales postérieures**, issues d'une branche terminale de chacune des artères vertébrales (les artères cérébelleuses postéro-inférieures), provenant également de la cavité crânienne. Les artères spinales postérieures droite et gauche descendent le long de la face postérolatérale de la moelle, vascularisant la région du sillon intermédiaire postérieur et les racines postérieures de la moelle.

Huit à dix artères médullaires segmentaires supplémentaires viennent renforcer les artères spinales antérieure et postérieure (fig. 2.55). La plus développée d'entre elles est l'**artère du renflement lombal** ou **artère d'Adamkiewicz** (fig. 2.55). Cette artère est de topographie thoracique inférieure ou lombale supérieure, habituellement développée à gauche. Elle participe à la vascularisation de la partie inférieure de la moelle, en particulier de la zone de l'élargissement lombal.



Veines

Les veines de drainage de la moelle spinale sont organisées en canaux longitudinaux (fig. 2.56). On distingue :

- deux paires de veines de chaque côté de la moelle qui encadrent les racines antérieures et postérieures de la moelle ;
- une veine principale qui court sur la ligne médiane le long du sillon médian antérieur de la moelle ;
- une veine principale qui court le long du sillon médian postérieur de la moelle.

Ces canaux longitudinaux assurent le drainage de la moelle grâce à un plexus veineux vertébral interne très riche. Ce plexus veineux situé dans l'espace extradural (plexus épidural) du canal vertébral est prolongé par des vaisseaux segmentaires qui se jettent dans des veines principales telles que les veines du système azygos du thorax. Ce plexus veineux vertébral interne communique également avec les veines intracrâniennes.

Veine spinale postérieure
Veine spinale antérieure
Dure-mère
Graisse extradurale
Plexus veineux interne

Figure 2.56 Veines de drainage de la moelle spinale.

En clinique

Discite

Les disques intervertébraux sont faiblement vascularisés ; cependant, une infection sanguine peut se propager du disque aux plateaux vertébraux adjacents par les branches terminales des artères spinales (fig. 2.57). Les principaux points de départ sont des infections pulmonaires et urinaires.



Figure 2.57 IRM de la colonne vertébrale. Il existe une spondylodiscite de niveau TX-TXI avec ostéolyse des plateaux vertébraux adjacents. Il existe également un abcès prévertébral et un abcès épidural comprimant la moelle spinale.

En clinique

Fractures de l'atlas et de l'axis

Les fractures de CI (atlas) et de CII (axis) peuvent potentiellement créer des lésions majeures de la moelle spinale, comme la mort ou la paralysie par lésion du tronc cérébral, siège des centres nerveux respiratoire et cardiaque. L'atlas est un anneau fermé sans corps vertébral. Les fractures en compression axiale, telles que celles qui résultent du choc subi par la tête lors d'un plongeon en eaux peu profondes ou lors d'un accident de voiture, peuvent engendrer une *burst-fracture*, l'anneau de CI se brisant en plusieurs endroits (fig. 2.58). Geoffrey Jefferson, neurochirurgien britannique, est le premier à avoir décrit ce type de fracture en 1920, donnant ainsi son nom à ces fractures.

Les fractures de l'axis surviennent lors de mouvements d'hyperextension et de flexion forcés, qui peuvent entraîner des fractures de l'extrémité de la dent, de la base de la dent ou au travers du corps de CII. Lors des pendaisons judiciaires, le traumatisme en hyperextension et en distraction entraîne une fracture des pédicules de l'atlas et un spondylolisthésis de CII sur CIII. Ce type de fracture est appelé *fracture du pendu*.

Au cours de traumatismes du rachis cervical supérieur, et même en l'absence de fractures de CI ou CII, une atteinte des ligaments atlanto-axoïdiens peut survenir qui rend instable ce segment et est à haut risque de lésions du tronc cérébral et de la moelle spinale.

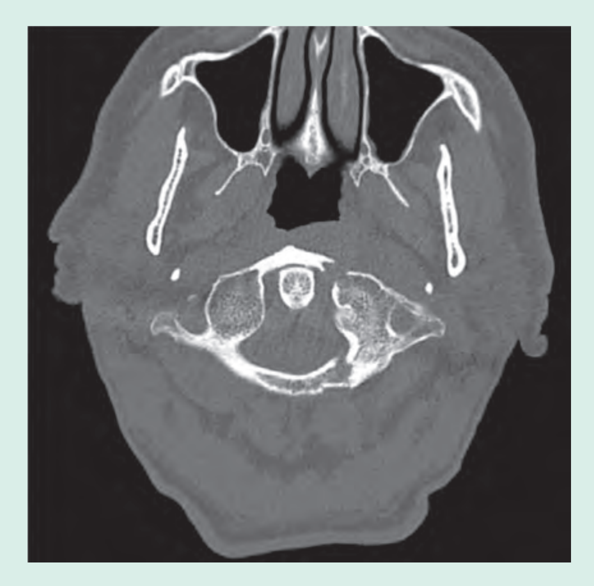


Figure 2.58 Scanner qui permet de visualiser les deux traits de fracture de l'anneau de CI dans les suites d'un traumatisme par compression axiale.

En clinique

Paraplégie et tétraplégie

Les traumatismes de la moelle spinale cervicale peuvent générer des troubles sensitifs ou moteurs (paralysie) aux quatre membres, appelés *quadriplégie* ou *tétraplégie*. Les traumatismes du rachis cervical supérieur peuvent entraîner la mort par l'interruption de l'innervation phrénique. Les traumatismes de la moelle spinale en dessous du niveau TI peuvent générer des troubles moteurs (paralysie) ou sensitifs aux membres inférieurs (*paraplégie*).

Méninges

Dure-mère spinale

La **dure-mère spinale** est en continuité avec la dure-mère crânienne par le foramen magnum de la base du crâne. Elle est la membrane méningée la plus externe des trois (fig. 2.59). Dans la cavité crânienne, l'une des couches de la dure-mère est adhérente à l'os crânien et joue le rôle de périoste. En revanche, dans le canal vertébral, la dure-mère est séparée de l'os vertébral par un espace extradural. Dans sa partie toute terminale, le sac dural se rétrécit, en regard du bord inférieur de la vertèbre SII pour ne plus constituer qu'un feuillet contenant le filum terminale de la moelle spinale (la partie du filum appartenant à la pie-mère). Cette terminaison filiforme de la dure-mère (la portion durale du filum terminale) s'insère sur la face postérieure des corps vertébraux coccygiens.

La dure-mère donne des expansions tubulaires latérales à chacun des niveaux vertébraux destinés à entourer les nerfs spinaux et leurs racines. Ces expansions participent à la composition de l'enveloppe (épinèvre) des nerfs spinaux.

Arachnoïde

L'**arachnoïde** est une membrane fine et fragile disposée contre (mais non adhérente) la face profonde de la dure-mère (fig. 2.59). Elle est séparée de la pie-mère par l'espace subarachnoïdien. Cette enveloppe se termine au niveau de la vertèbre SII (voir fig. 2.53).

Espace subarachnoïdien

L'espace subarachnoïdien est l'espace contenant le LCS situé entre l'arachnoïde et la pie-mère (fig. 2.59). L'espace subarachnoïdien spinale est en continuité avec l'espace subarachnoïdien crânien par le foramen magnum. Dans sa partie terminale, il s'interrompt approximativement au niveau du bord inférieur de la vertèbre SII (voir fig. 2.53).

Des expansions tissulaires fragiles (les **trabécules arachnoïdales**) relient l'arachnoïde d'un côté avec la pie-mère de l'autre. Ces expansions traversent l'espace subarachnoïdien reliant les deux membranes. Ces expansions soutiennent et enveloppent également de gros vaisseaux «suspendus» dans l'espace subarachnoïdien.

Figure 2.59 Méninges.

L'espace subarachnoïdien s'étend vers le bas au-delà de la moelle spinale. La moelle se termine approximativement au niveau du disque entre LI et LII alors que l'espace subarachnoïdien se prolonge jusqu'au bord inférieur de la vertèbre SIII (voir fig. 2.53). Dans sa partie inférieure, l'espace subarachnoïdien est plus grand car il entoure la queue de cheval. Ainsi, le LCS peut être ponctionné sans danger dans la partie basse (lombale inférieure) de l'espace subarachnoïdien, sans risquer de léser la moelle spinale.

Pie-mère

La **pie-mère** est une membrane vasculaire qui adhère fermement à la surface de la moelle spinale (fig. 2.59). Elle recouvre intimement toute sa surface et se réfléchit dans le sillon médian antérieur de la moelle ainsi que sur les contours des radicelles et des racines antérieures et postérieures des nerfs spinaux traversant l'espace subarachnoïdien. Lorsque les racines quittent l'espace subarachnoïdien, la pie-mère se réfléchit sur l'arachnoïde.

De chaque côté de la moelle, un feuillet longitudinal provenant de la pie-mère (le **ligament dentelé**) relie la face latérale de la moelle avec la face interne de l'espace subarachnoïdien et de la dure-mère (fig. 2.59) :

- en dedans, chaque ligament dentelé est inséré le long de la moelle spinale, entre les radicelles antérieures et postérieures ;
- en dehors, chaque ligament dentelé donne, à partir de son bord libre, une série d'expansions triangulaires traversant l'arachnoïde pour venir s'insérer sur la face interne de la dure-mère.

Les insertions latérales des ligaments dentelés se situent, le plus souvent, entre les points d'émergence des racines antérieure et postérieure. Ces ligaments positionnent la moelle spinale au centre de l'espace subarachnoïdien.

Organisation des différentes structures au sein du canal vertébral

Le canal vertébral est limité :

- en avant, par les corps vertébraux, les disques intervertébraux et le ligament longitudinal postérieur (fig. 2.60) ;
- latéralement, par les pédicules vertébraux et les foramens intervertébraux ;
- en arrière, par les lames et le ligament jaune et, sur la ligne médiane, par la racine des ligaments interépineux et des processus épineux.

L'espace extradural est l'espace situé entre les murs du canal vertébral et le sac dural. Il contient un plexus veineux vertébral enrobé d'un tissu conjonctif graisseux.

Les processus épineux sont bien perçus à la palpation sur la ligne médiane dans les régions thoracique et lombale du dos. Un fascia superficiel s'étend entre la peau et les processus épineux. Dans la région lombale, les processus épineux et les lames adjacentes ne se recouvrent pas, laissant ainsi persister des espaces entre les arcs vertébraux adjacents.

Lors d'une ponction lombale, l'aiguille passe entre les processus épineux adjacents, au travers des ligaments supraépineux et interépineux, puis pénètre l'espace extradural. L'aiguille passe ensuite au travers de la dure-mère et de l'arachnoïde et entre dans l'espace subarachnoïdien contenant le LCS.



Figure 2.60 Disposition des éléments dans le canal vertébral et dans le dos (région lombale).

Nerfs spinaux

Chaque nerf spinal est relié à la moelle spinale par ses racines antérieure et postérieure (fig. 2.61) :

- la **racine postérieure** contient les fibres nerveuses des neurones sensitifs transmettant des informations au SNC – les corps cellulaires des neurones sensitifs, qui proviennent des cellules des crêtes neurales, sont regroupés au sein d'un **ganglion spinal** situé à l'extrémité distale de la racine postérieure, au niveau du foramen intervertébral ;
- la **racine antérieure** contient les fibres nerveuses des neurones moteurs qui transmettent les informations depuis le SNC – les corps cellulaires des neurones moteurs sont situés dans la partie antérieure de la moelle spinale.

Les racines antérieure et postérieure des nerfs spinaux sont rattachées à la moelle spinale par leurs radicelles d'origine.

Un segment spinal correspond à une zone de la moelle spinale donnant naissance aux radicelles antérieures et postérieures, dont le regroupement donnera une paire de nerfs spinaux. Les nerfs spinaux sont formés par la réunion des racines antérieure et postérieure d'un même segment spinal.

Chacun des nerfs spinaux se divise à la sortie de son foramen intervertébral pour donner deux branches principales : un petit rameau postérieur et un rameau antérieur volumineux (fig. 2.61) :

- le **rameau postérieur** innerve les muscles intrinsèques du dos ainsi qu'une fine bande de peau du dos ;
- le **rameau antérieur** innerve la plupart des autres muscles squelettiques du corps dont les muscles des membres et du tronc, et la plupart des autres surfaces de peau, à l'exception de certaines régions cutanées de la tête.

Près de la division entre rameaux antérieurs et postérieurs, chaque nerf spinal donne naissance à deux ou quatre petits rameaux méningés récurrents (voir fig. 2.59), qui retournent dans le foramen intervertébral pour innerver la dure-mère, les ligaments, les disques intervertébraux et les vaisseaux.

Les plexus nerveux somatiques les plus importants (cervical, brachial, lombal et sacral) sont constitués à partir des rameaux antérieurs.

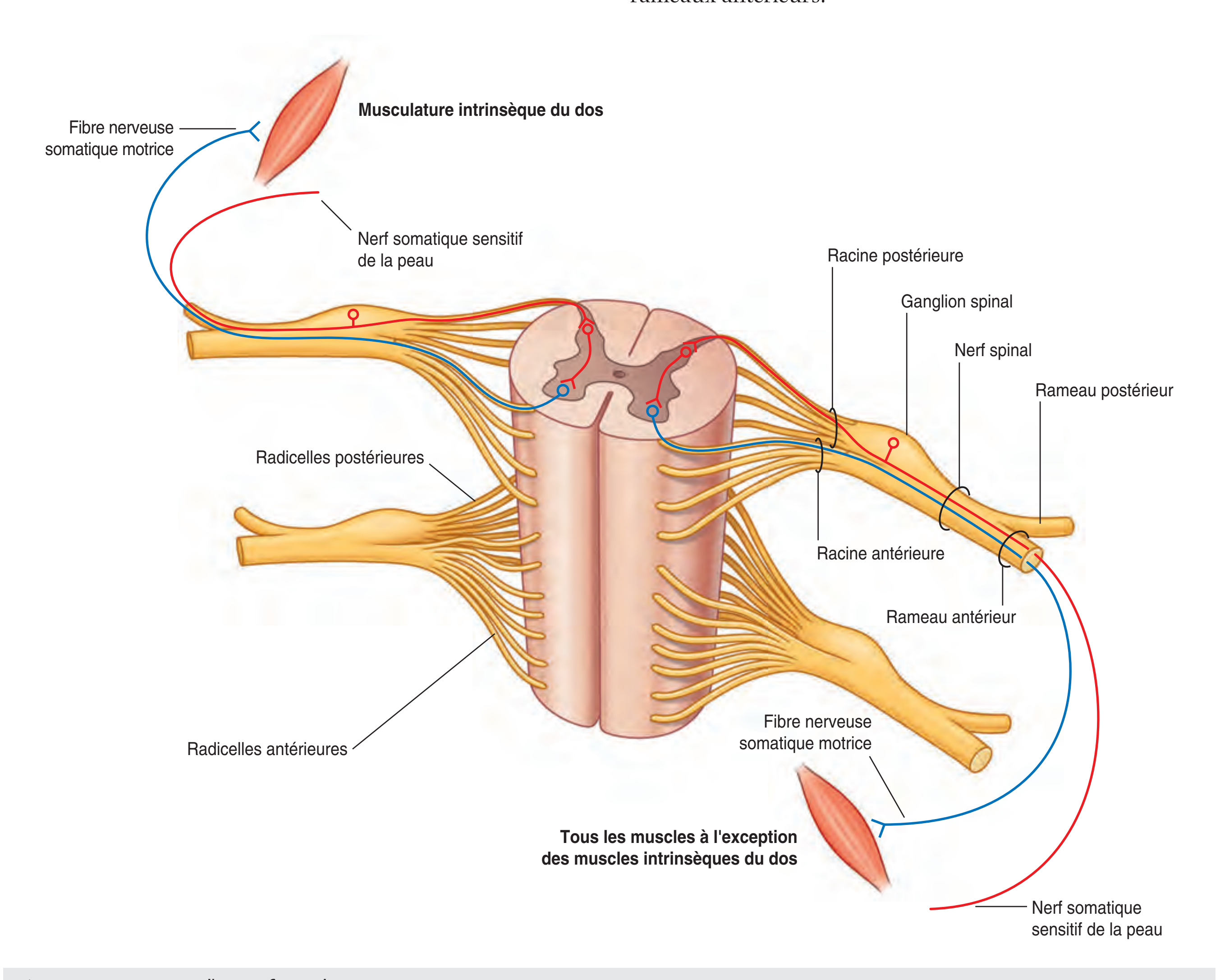


Figure 2.61 Structure d'un nerf spinal.



La moelle spinale étant plus courte que la colonne vertébrale, les racines des nerfs spinaux sont de plus en plus longues et prennent un trajet de plus en plus oblique vers le bas à mesure que l'on progresse de la région cervicale vers la région sacrale du canal vertébral (fig. 2.62).

Chez l'adulte, la moelle spinale se termine habituellement entre les vertèbres LI et LII. Néanmoins, elle peut se terminer au niveau de la vertèbre TXII ou au niveau du disque entre LII et LIII. Ainsi, les racines nerveuses antérieures et postérieures des nerfs spinaux sortant dans les régions les plus distales de la colonne vertébrale sont reliées à la moelle spinale à un niveau bien plus élevé que leur niveau d'émergence par le foramen intervertébral.

Au-dessous du niveau de la terminaison de la moelle spinale, les racines antérieures et postérieures des nerfs lombaux, sacraux et coccygiens se dirigent vers le bas pour regagner leur point de sortie du canal vertébral. Ce groupe de racines ainsi réunies au sein du canal constitue la **queue de cheval**.

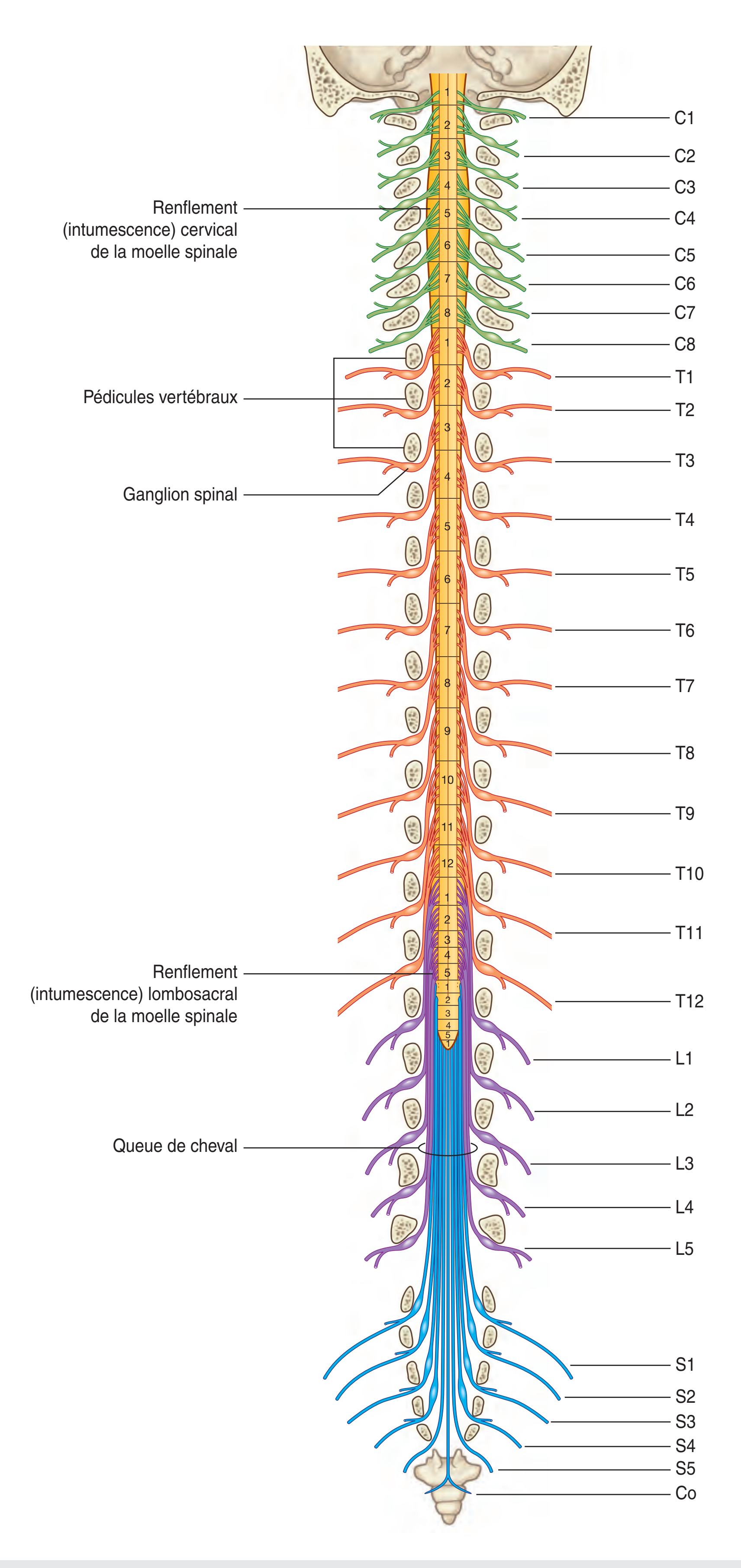


Figure 2.62 Trajet des nerfs spinaux au sein du canal vertébral.



Nomenclature des nerfs spinaux

Il existe environ 31 paires de nerfs spinaux (fig. 2.62) dont l'appellation dépend de leur position par rapport aux vertèbres :

- huit paires de nerfs cervicaux – C1 à C8 ;
- douze paires de nerfs thoraciques – T1 à T12 ;
- cinq paires de nerfs lombaux – L1 à L5 ;
- cinq paires de nerfs sacraux – S1 à S5 ;
- une paire de nerfs coccygiens (Co).

Le premier nerf cervical (C1) sort du canal vertébral entre le crâne et la vertèbre CI (fig. 2.63). Ainsi, les nerfs cervicaux C2 à C7 sortent du canal vertébral au-dessus de leur vertèbre respective. En revanche, C8 sort entre les vertèbres C7 et T1 puisqu'il n'existe que sept vertèbres cervicales.

Ainsi, pour tous les nerfs spinaux à partir de T1, l'émergence du canal vertébral se fait au-dessous de leur vertèbre respective.

En clinique

Ponction lombaire

La ponction du liquide cérébrospinal (LCS) permet d'obtenir un échantillon de ce liquide pour en faire l'analyse. Par ailleurs, la ponction à l'aiguille de l'espace subarachnoïdien permet d'injecter des antibiotiques, des produits anesthésiques ou des médicaments.

C'est la région lombale qui est toujours utilisée pour ces gestes invasifs du fait de l'interruption de la moelle spinale au niveau du disque entre les vertèbres LI et LII chez l'adulte. L'espace subarachnoïdien se prolonge en effet jusqu'au bord inférieur de la vertèbre SIII. On dispose donc d'un espace important contenant le LCS et les racines nerveuses lombales et sacrales mais ne contenant plus de moelle spinale.

Selon les habitudes de chacun, le patient est placé en décubitus latéral ou assis. L'aiguille est introduite entre les processus épineux, sur la ligne médiane et jusqu'à l'espace extradural. Elle est ensuite poussée plus avant pour traverser la dure-mère et l'arachnoïde pour entrer dans l'espace subarachnoïdien. Les aiguilles sont faites de telle sorte qu'elles repoussent la plupart du temps les racines sans les léser. Une fois l'aiguille en place dans l'espace subarachnoïdien, le LCS peut être aspiré. Certaines situations cliniques nécessitent la mesure de la pression du LCS.

Des anesthésiques locaux peuvent être introduits dans l'espace extradural ou dans l'espace subarachnoïdien pour anesthésier les racines lombales et sacrales. Ces anesthésies permettent de réaliser des interventions sur les membres inférieurs ou sur le bassin sans avoir recours à une anesthésie générale. Lors de ces interventions, le patient ne doit pas être maintenu en position latérale ou avec la tête en déclivité. Si le patient est maintenu sur le côté, l'anesthésie sera unilatérale. S'il est maintenu la tête déclive, les anesthésiques diffuseront vers le crâne et pourront provoquer une dépression respiratoire.

Dans certaines circonstances, les anesthésistes choisissent de réaliser une **anesthésie extradurale**. L'aiguille est alors passée au travers de la peau, du ligament supraépineux, du ligament interépineux, des ligaments jaunes et jusque dans l'espace extradural. Le produit anesthésique est introduit et diffuse autour du canal vertébral et anesthésie les racines nerveuses sortantes puis diffuse dans l'espace subarachnoïdien.

En clinique

Zona

Le virus herpès zoster, ou virus herpétique, est l'agent viral responsable de la varicelle chez les enfants. Chez certains patients, le virus reste quiescent au sein de cellules des ganglions spinaux. Dans certaines circonstances, le virus est à nouveau activé, emprunte les axes neuronaux de la cellule pour gagner le territoire cutané innervé par le nerf (le dermatome). Il s'ensuit une éruption cutanée associée à des douleurs intenses. La localisation précise sur le dermatome de la douleur et de l'éruption est caractéristique de cette pathologie que l'on appelle le zona.

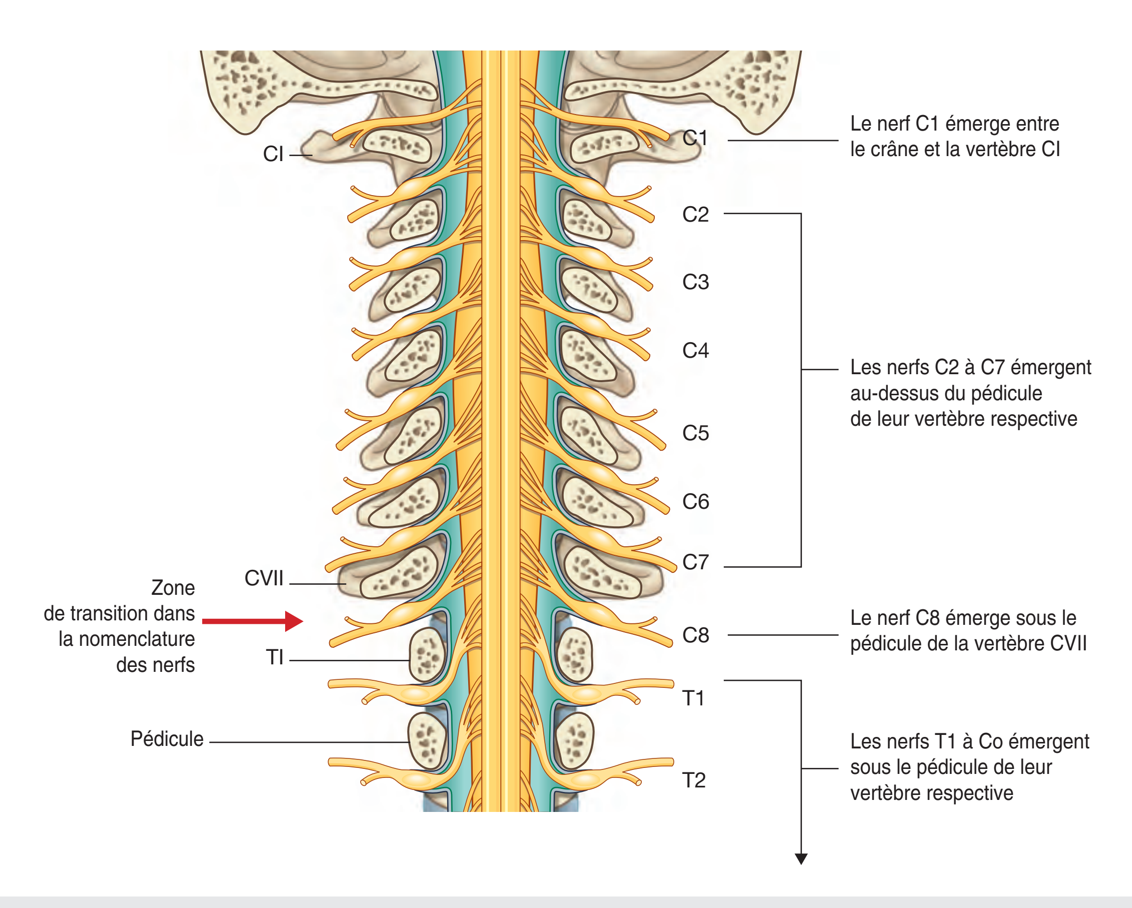


Figure 2.63 Nomenclature des nerfs spinaux.

En clinique

Alternative à l'explication des douleurs rachidiennes

Les douleurs rachidiennes sont extrêmement communes, affectant la plupart des individus à certaines périodes de leur existence. La clé de l'analyse clinique réside dans l'identification de l'origine de la douleur, en rapport avec les structures rachidiennes et périrachidiennes ou avec d'autres structures.

Oublier que d'autres structures sont capables de générer des douleurs rachidiennes peut être source de mortalité et de morbidité. Cette douleur peut être en rapport avec des organes rétropéritonéaux. Le pancréas peut en être la cause, au travers d'une pancréatite ou d'une atteinte tumorale. La douleur d'origine rénale, occasionnée par des calculs ou des tumeurs, est également une douleur irradiant à la région rachidienne. La douleur est plus fréquemment unilatérale, mais elle peut se présenter sous la forme d'une douleur médiane. L'augmentation de taille des nœuds lymphatiques en région pré- et para-aortique peut occasionner des douleurs en région rachidienne moyenne et être le signe de l'existence d'une tumeur solide, maligne, d'une infection ou d'un lymphome de Hodgkin. Un élargissement de l'aorte abdominale (anévrisme de l'aorte abdominale) peut générer des douleurs alors que son volume s'accroît sans rupture. Il est primordial de penser à ces étiologies de douleurs, car leur traitement est vital. De plus, une rupture d'un anévrisme de l'aorte abdominale occasionne généralement une douleur aiguë.

Chez tous les patients, une douleur rachidienne implique une évaluation rigoureuse non seulement de la colonne vertébrale, mais également du thorax et de l'abdomen, sans oublier que d'autres organes importants engendrent des symptômes à irradiation dorsale.



Anatomie de surface

Anatomie de surface du dos

Certains repères du dos sont utilisés en pratique clinique pour localiser des groupes musculaires ou pour tester des nerfs périphériques, pour repérer des régions du dos ou encore pour estimer la position approximative de l'extrémité de la moelle spinale. Ces repères permettent également de localiser les organes postérieurs du thorax et de l'abdomen.

Absence de courbures latérales

Vue de dos, la colonne vertébrale normale ne présente pas de courbures latérales. Le sillon cutané situé entre les masses musculaires du dos est vertical (fig. 2.64).



Figure 2.64 Aspect normal du dos. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

Courbures primaire et secondaire dans le plan sagittal

Vue de profil, la colonne vertébrale normale présente des courbures primaires dans les régions thoracique et sacrococcygienne ainsi que des courbures secondaires dans les régions cervicale et lombale (fig. 2.65). Les courbures primaires sont concaves vers l'avant et les courbures secondaires sont concaves vers l'arrière.

Repères squelettiques extravertébraux utiles

Certains reliefs osseux palpables constituent des repères utiles permettant de définir les limites des muscles et des structures voisines de la colonne vertébrale. Parmi ces reliefs, on retiendra la protubérance occipitale externe, la scapula et la crête iliaque (fig. 2.66).

La protubérance occipitale externe est palpée sur la ligne médiane, à l'arrière de la tête, juste au-dessus de la limite d'implantation des cheveux.

L'épine, le bord médial et l'angle inférieur de la scapula sont souvent facilement visualisés et nettement palpables.

La crête iliaque est palpable sur toute sa longueur, depuis la crête iliaque antérosupérieure, située au bord inférieur et latéral de la paroi abdominale antérieure, jusqu'à la crête iliaque postérosupérieure proche de la base du dos. La crête iliaque postérosupérieure est souvent visualisée comme une fossette sacrale de chaque côté de la ligne médiane.

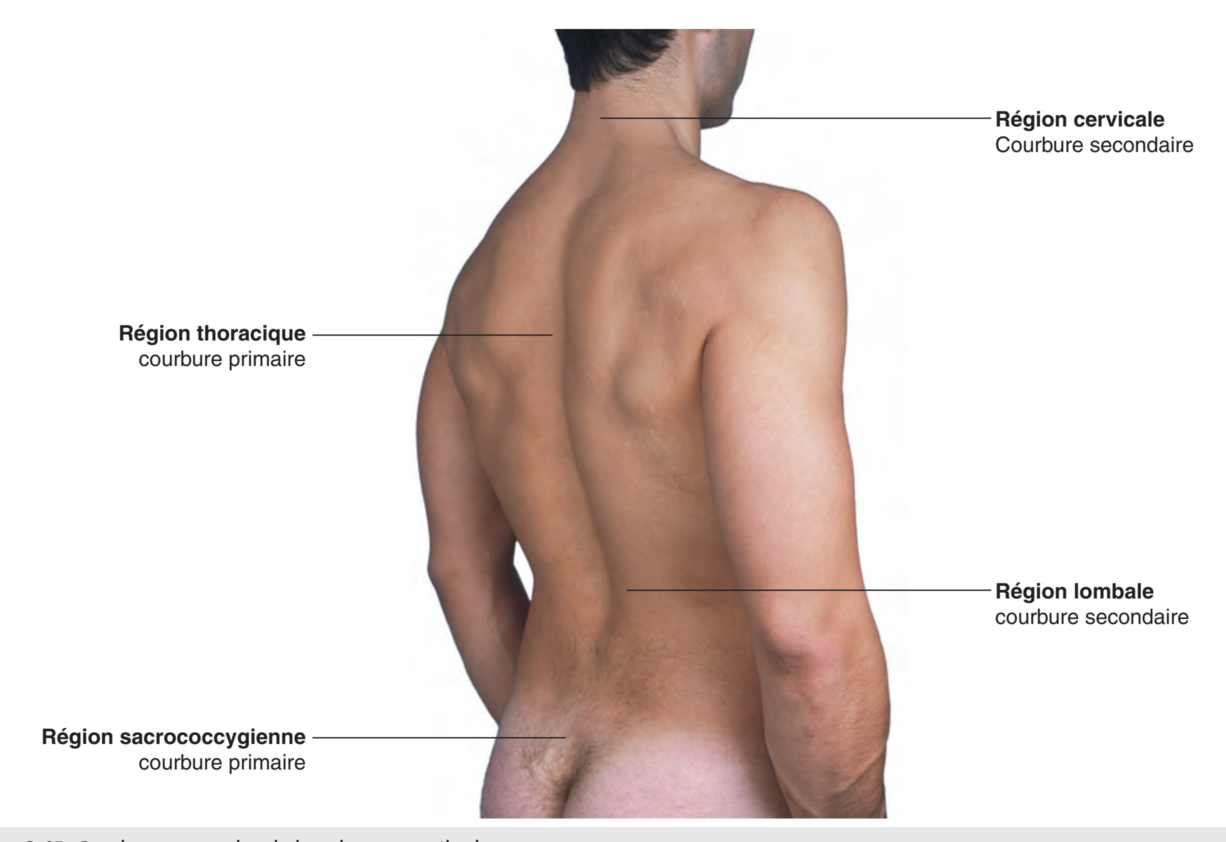


Figure 2.65 Courbures normales de la colonne vertébrale.

Position de la protubérance occipitale externe

Épine de la scapula

Bord médial de la scapula

Angle inférieur de la scapula

Crête iliaque

Épine iliaque postérosupérieure

Figure 2.66 Reliefs osseux constituant des repères ; dos d'une femme.

Comment identifier les processus épineux

L'identification des processus épineux vertébraux (fig. 2.67A) permet de se repérer le long de la colonne vertébrale et facilite la localisation des structures profondes, telles que les extrémités inférieures de la moelle spinale ou de l'espace subarachnoïdien.

Le processus épineux de la vertèbre CII est identifié à la palpation profonde comme le relief osseux le plus haut sur la ligne médiane, immédiatement sous le crâne.

La plupart des processus épineux, à l'exception de celui de CVII, ne sont pas nettement palpables car recouverts par les parties molles.

Le processus épineux de CVII est habituellement visible sous la forme d'une saillie sur la ligne médiane à la base du cou (fig. 2.67B), particulièrement lors de la flexion cervicale.

Le ligament nuchal s'étend entre CVII et la protubérance occipitale externe du crâne. Ce ligament apparaît nettement comme une crête longitudinale lorsque la nuque est fléchie (fig. 2.67C).

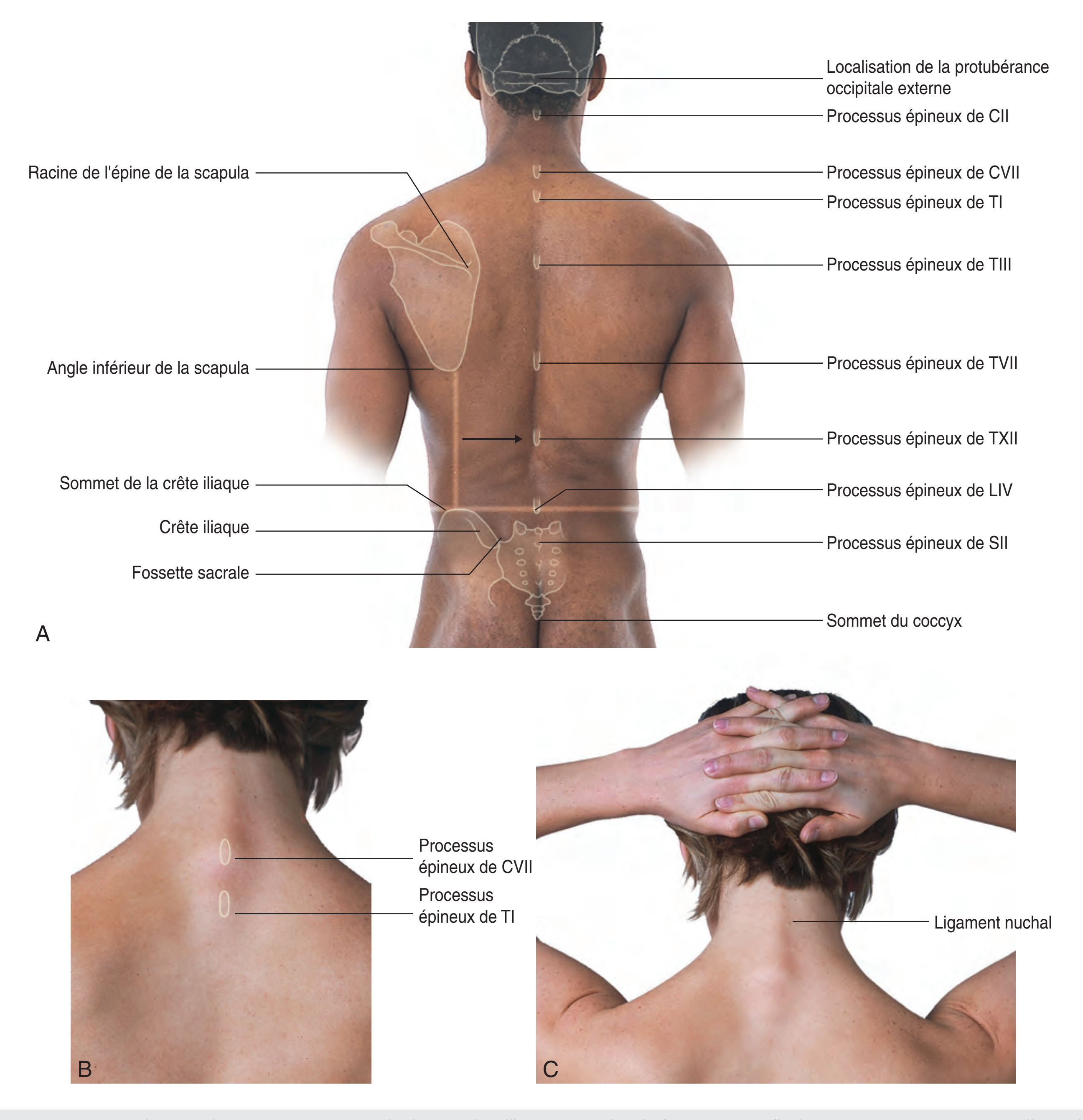


Figure 2.67 Localisation des processus épineux du dos. **A.** Chez l'homme. **B.** Chez la femme nuque fléchie. Les processus épineux saillants de CVII et de TI sont indiqués. **C.** Chez la femme la nuque fléchie mettant en évidence le ligament nuchal.

Le processus épineux de TI apparaît comme une protubérance sur la ligne médiane et se trouve sous le processus épineux de CVII. Il est souvent plus saillant que le processus de CVII (fig. 2.67A,B).

La racine de l'épine de la scapula se situe au même niveau que le processus épineux de TIII, et l'angle inférieur de la scapula se situe au niveau de la vertèbre TVII (fig. 2.67A).

Le processus épineux de la vertèbre TXII est au niveau de la mi-distance entre l'angle inférieur de la scapula et le sommet de la crête iliaque (fig. 2.67A).

La ligne horizontale joignant les deux sommets des crêtes iliaques croise la ligne médiane au niveau du processus épineux de LIV. Les processus épineux de LIII et de LV sont facilement palpés au-dessus et au-dessous du processus épineux de LIV (fig. 2.67A).

Les fossettes sacrales indiquent la position des épines iliaques postérosupérieures. Elles indiquent également le niveau du processus épineux de SII (fig. 2.67A).

Le sommet du coccyx est palpable à la base de la colonne vertébrale entre les masses musculaires fessières (fig. 2.67A).

Les processus épineux des vertèbres ne sont pas toujours dans le plan horizontal de la vertèbre à laquelle ils appartiennent. Dans la région thoracique, les processus épineux sont longs et fortement obliques vers le bas, expliquant que le sommet de ces processus se trouve au niveau du corps vertébral de la vertèbre sous-jacente. Ainsi, le sommet du processus épineux de TIII est au niveau du corps de la vertèbre TIV.

Dans les régions lombale et sacrale, les processus épineux sont habituellement plus courts et moins obliques qu'en région thoracique. Le sommet de leur processus épineux reflète mieux la position du corps vertébral correspondant. Ainsi, le processus épineux de LIV se trouve proche du niveau du corps vertébral de LIV.

Repérage de l'extrémité inférieure de la moelle spinale et de l'espace subarachnoïdien

La moelle spinale n'occupe pas toute la longueur du canal vertébral. Chez l'adulte, elle se termine habituellement en regard du disque entre les vertèbres LI et LII ; néanmoins, elle peut également se terminer plus haut, au niveau de TXII ou, au contraire, plus bas, au niveau du disque entre les vertèbres LII et LIII. L'espace subarachnoïdien, lui, se termine approximativement au niveau de la vertèbre SII (fig. 2.68A).

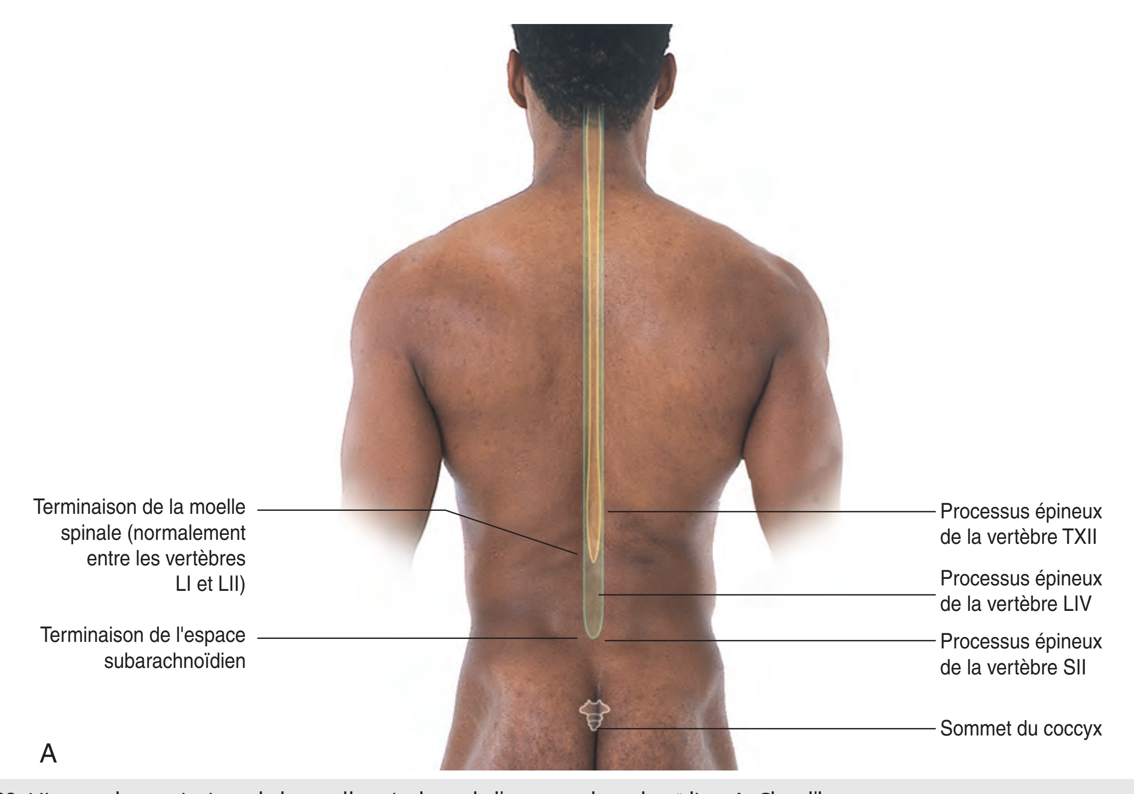


Figure 2.68 Niveaux de terminaison de la moelle spinale et de l'espace subarachnoïdien. **A.** Chez l'homme.

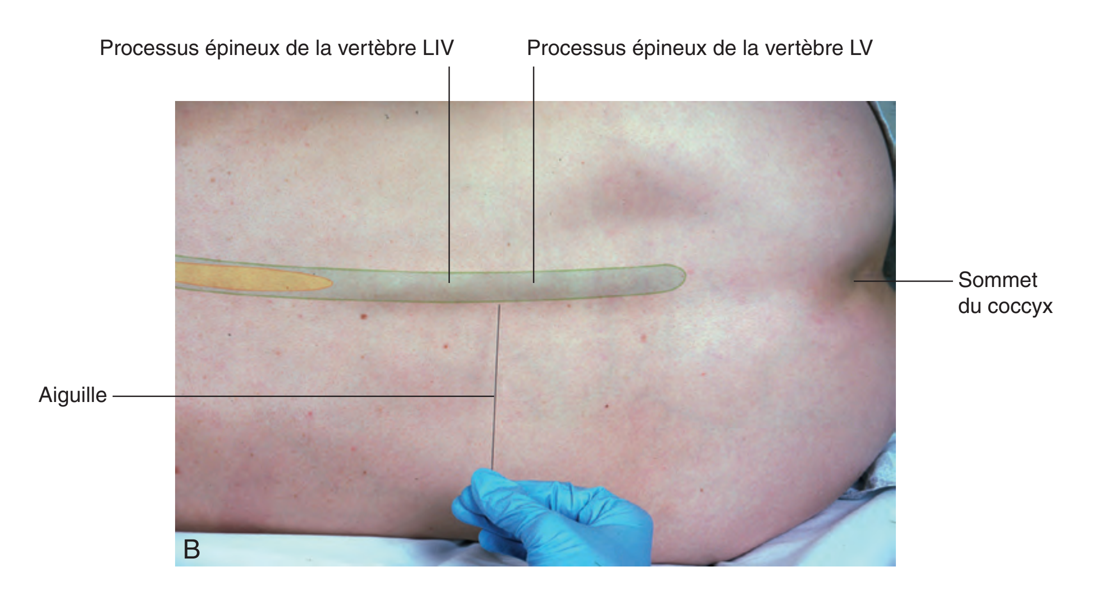


Figure 2.68. Suite. B. Chez une femme allongée sur le côté en position fœtale. Cette position provoque la saillie des processus épineux des vertèbres lombales et ouvre les espaces entre les arcs vertébraux adjacents. Le liquide cérébrospinal peut être ponctionné de l'espace subarachnoïdien dans la région lombale inférieure sans risquer d'endommager la moelle spinale.

Il est indispensable de pouvoir identifier les processus épineux des vertèbres lombales dans la mesure où c'est dans la région lombale basse que l'espace subarachnoïdien peut être abordé sans risquer d'endommager la moelle spinale. Le processus épineux de LIV est situé sur une ligne horizontale joignant les sommets des crêtes iliaques. Dans la région lombale, le sommet des processus épineux est situé en regard de leur corps vertébral. L'espace subarachnoïdien est accessible entre les vertèbres LIII et LIV ou entre LIV et LV sans risque de lésions spinales (fig. 2.68B). Cet espace se termine au niveau de la vertèbre SII, repérée par les fossettes sacrales marquant les épines iliaques postérosupérieures.

Repérage des principaux muscles

Certains des muscles intrinsèques et extrinsèques du dos peuvent être identifiés et palpés. Les plus volumineux de ces muscles sont le trapèze et le grand dorsal (fig. 2.69A,B). La translation volontaire de la scapula vers la ligne médiane accentue le relief des rhomboïdes (fig. 2.69C) qui sont situés sous le trapèze. Les muscles élévateurs de la scapula se présentent comme deux colonnes longitudinales séparées par la ligne médiane (fig. 2.69A).

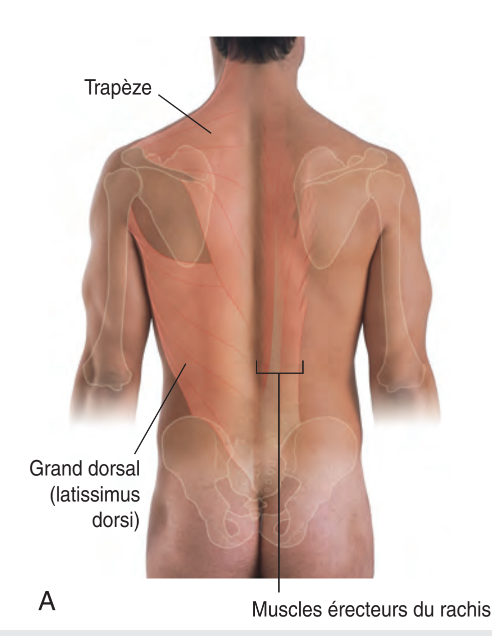


Figure 2.69 Muscles du dos. **A.** Chez l'homme : le grand dorsal, le trapèze et les muscles érecteurs du rachis sont mis en relief.

Grand dorsal
(latissimus dorsi)

B

Petit rhomboïde

Grand rhomboïde

C

Figure 2.69. Suite B. Chez l'homme les bras en abduction pour accentuer le relief des bords du muscle grand dorsal. C. Chez la femme avec la scapula très basculée et rétractée, permettant de mettre en évidence les reliefs des muscles rhomboïdes.

Cas cliniques

Cas 1

SYNDROME DE LA QUEUE DE CHEVAL

Un homme de 50 ans est conduit aux urgences en raison de lombalgies intenses ayant débuté quelques jours auparavant. Il a présenté deux épisodes d'incontinence fécale et de rétention urinaire au cours des dernières 24 heures et maintenant il rapporte une sensation de faiblesse musculaire et des paresthésies dans les deux membres inférieurs.

L'examen clinique met en évidence une diminution de force lors de l'extension du genou et lors de la dorsiflexion des pieds et des orteils. On retrouve également une diminution des réflexes rotulien et achilléen, une diminution de la sensibilité périnéale et du tonus du sphincter anal.

Les symptômes du patient et les éléments de l'examen clinique orientent vers une atteinte compressive pluriradiculaire, lombaire et sacrée, intéressant les voies motrices et sensitives. La diminution de force au cours de l'extension du genou et la diminution du réflexe rotulien évoquent une atteinte des racines L4. La diminution de force lors de la dorsiflexion des pieds et orteils oriente vers une atteinte des racines L5. La diminution des réflexes achilléens est liée à l'atteinte des racines S1 et S2 ; les troubles de la sensibilité périnéale sont associés aux racines S3, S4 et S5.

Le diagnostic de syndrome de la queue de cheval est retenu, et une imagerie par IRM a été réalisée en urgence qui met en évidence une volumineuse hernie discale de niveau LII-LIII (fig. 2.70) comprimant les racines de la queue de cheval. Une prise en charge chirurgicale a permis de lever la compression et la récupération neurologique du patient.

Le regroupement des racines lombales et sacrales en arrière du cône médullaire prend l'aspect d'une queue de cheval. La compression de cette queue de cheval peut être causée par une hernie discale, les fragments d'une fracture vertébrale, une tumeur, un abcès ou une sténose dégénérative évoluée du canal vertébral.

Le syndrome de la queue de cheval fait partie des urgences chirurgicales afin de limiter les lésions irréversibles causées aux racines nerveuses par la compression.



Figure 2.70 IRM du segment lombal de la colonne vertébrale permettant de visualiser une hernie discale de niveau LII-LIII comprimant les racines de la queue de cheval.



Cas 2

LÉSION DE LA MOELLE SPINALE CERVICALE

Un homme de 45 ans est victime d'un grave accident de la route. L'examen clinique retrouve une lésion sévère de la région cervicale de la colonne vertébrale associée à une lésion de la moelle spinale. Les troubles respiratoires qu'il présente évoluent finalement vers l'arrêt respiratoire complet.

Lorsqu'une lésion de la moelle cervicale se situe au-dessus du niveau C5 de la moelle, il existe un risque d'arrêt respiratoire. Le nerf phrénique provient des racines C3, C4 et C5 et assure l'innervation du diaphragme. La respiration peut être conservée si la lésion se situe au-dessous de C5. Néanmoins, elle peut être perturbée si la moelle est le siège d'un œdème qui progresse vers le haut. De plus, les muscles sternocléidomastoïdien et trapèze, innervés par le nerf spinal accessoire (XI), participent à la respiration.

Ce patient ne perçoit plus aucune sensation et ne peut plus bouger les membres supérieurs et inférieurs.

Ce patient est paralysé des membres supérieurs et inférieurs. Il présente une tétraplégie. Si la respiration reste normale, c'est que la lésion se situe sous le niveau C5 ou au niveau C5. L'innervation des membres supérieurs se fait par le plexus brachial qui commence avec la racine C5. Le niveau lésionnel chez ce patient est donc C5 ou très proche de C5.

Il est important de souligner que, bien que la moelle spinale soit sectionnée dans la région cervicale, la moelle spinale au-dessous reste intacte. Une activité réflexe peut donc persister sous le niveau atteint, bien que la communication avec le cerveau soit interrompue.



Cas 3

ABCÈS DU PSOAS

Une femme âgée de 25 ans consulte pour des douleurs lombales. Dans les semaines suivantes, cette patiente présente une tuméfaction sensible de l'aine augmentant progressivement de volume. À l'interrogatoire, la patiente signale également une toux productive avec des expectorations constituées de mucus et de sang. Elle présente aussi un syndrome fébrile.

La radiographie de thorax révèle une masse pulmonaire cavitaire apicale expliquant les symptômes respiratoires.

Compte tenu de l'âge de la patiente, l'existence d'un cancer du poumon est peu probable. L'hémoptysie (toux avec expectoration sanglante) et l'ensemble des symptômes associés évoquent l'existence d'une infection pulmonaire. L'image cavitaire apicale sur la radiographie pulmonaire évoque le diagnostic de tuberculose. La tuberculose pulmonaire a été confirmée par la culture bactériologique du produit d'aspiration réalisée en bronchoscopie.

Au cours de l'infection tuberculeuse, le bacille tuberculeux contamine la vertèbre LI par voie sanguine. La destruction de la vertèbre débute par l'atteinte de l'os spongieux à proximité du disque intervertébral. L'infection progresse vers le disque intervertébral et finit par le contaminer. Le disque a été détruit par l'infection et des portions du disque expulsées en avant du disque, dans les fibres du muscle psoas. Cette évolution n'est pas exceptionnelle au cours d'une tuberculose avec atteinte de la colonne lombale.

Avec le temps, le pus se propage entre les fibres du muscle psoas, se glisse sous le ligament inguinal, constituant une masse indurée de la région inguinale. Cette évolution est typique d'un abcès du psoas.

Heureusement, cette patiente ne présente pas d'atteinte du canal vertébral.

L'abcès du psoas a été ponctionné sous contrôle radiographique puis traité par une antibiothérapie au long cours de 6 mois. L'état général de la patiente s'améliore rapidement. Les cavités pulmonaires persistent longtemps et finissent par cicatriser avec une cicatrice scléreuse.

Cas 4

DISSECTION D'UN ANÉVRISME DE L'AORTE ABDOMINALE

Un homme âgé de 72 ans, en bonne santé et de bonne constitution, est conduit au service des urgences en raison d'une douleur rachidienne importante qui débute entre les omoplates et s'étend jusqu'en région lombale. La douleur a d'abord été aiguë puis est devenue permanente. Le patient a été capable de marcher jusqu'au brancard pour entrer dans l'ambulance ; cependant, dans le service des urgences, il est devenu incapable de mobiliser ses membres inférieurs.

Le médecin a examiné attentivement le dos du patient sans retrouver d'anomalies. Il a remarqué qu'il existait un déficit sensitif des deux membres inférieurs et une diminution de la force motrice des groupes musculaires fléchisseurs et extenseurs. Le patient était tachycarde, ce qui était rapporté à la douleur, et la mesure de la pression artérielle dans l'ambulance était de 120/80 mmHg. Il était précisé que les chiffres actuels du patient étaient de 80/40 mmHg, sans que le patient rapporte de symptômes liés à une hypotension.

Au premier examen clinique, il est difficile de rattacher ces symptômes à l'examen. En résumé, nous sommes en présence d'une paraplégie progressive associée à des douleurs rachidiennes et à des chiffres tensionnels anormaux qui sont incompatibles avec l'état du patient.

Il a été conclu que les chiffres tensionnels ont été obtenus par mesure sur les deux membres supérieurs, et une nouvelle mesure a été réalisée.

Les chiffres étaient les bons. Au niveau du bras droit, la mesure était de 120/80 mmHg et au niveau du bras gauche, 80/40 mmHg. Cela implique une vascularisation insuffisante du membre supérieur gauche.

Le patient a alors été conduit en radiologie pour la réalisation d'un scanner thoraco-abdomino-pelvien.

Le scanner a permis de mettre en évidence la dissection d'un anévrisme de l'aorte abdominale. Cette dissection correspond à la séparation de l'intima et des tuniques média et adventice. Cela réalise un faux chenal. Le sang circule au sein de la lumière vasculaire normale, mais également au sein du faux chenal. Il réintègre le plus souvent la lumière aortique dans une portion plus basse. Il existe donc deux canaux de circulation sanguine. Le phénomène de dissection entraîne pour le patient une vive douleur qui apparaît brutalement.

(Suite)

Cas 4 *Suite*

La douleur est typiquement ressentie entre les deux épaules et irradie dans le dos, et bien que cette douleur ne soit pas générée par la musculature rachidienne ou par la colonne vertébrale, elle doit faire l'objet d'un examen rigoureux, avec l'idée que d'autres organes peuvent être impliqués.

La différence de pression artérielle entre les deux bras indique à quel niveau a débuté la dissection artérielle. Le « point d'entrée » est en amont de l'artère subclavière gauche. À ce niveau, une petite déchirure s'est créée qui limite le passage du sang vers le membre supérieur, se traduisant par les chiffres tensionnels bas. Le tronc brachiocéphalique a été épargné par le phénomène de dissection, et les chiffres tensionnels sont donc restés normaux.

La paraplégie a été causée par une ischémie médullaire.

La vascularisation de la moelle dépend de l'artère spinale antérieure et de deux artères spinales postérieures. Ces artères sont alimentées par les artères segmentaires à chaque niveau rachidien. Il existe plusieurs artères renforçant ce réseau (artères médullaires segmentaires) tout au long du cordon médullaire, la plus importante étant l'artère d'Adamkiewicz. L'artère d'Adamkiewicz, artère médullaire segmentaire, rejoint l'artère spinale antérieure le plus souvent au niveau de la charnière thoracolombale, et malheureusement, chez ce patient, l'origine du vaisseau a été impliquée dans le phénomène de dissection. Cela a entraîné une ischémie aiguë de la moelle et, à la suite, une paraplégie.

Le phénomène de dissection s'est malheureusement étendu chez le patient, entraînant une rupture aortique et le décès.

Cas 5

TUMEUR SACRALE

Une femme âgée de 55 ans consulte son médecin pour un trouble de la sensibilité de la région glutéale droite (fesse droite) et du sillon interfessier. L'examen a permis de découvrir une faiblesse musculaire des muscles du pied et un léger déficit des muscles long extenseur de l'hallux, long extenseur des orteils et troisième fibulaire droit. La patiente rapporte également des douleurs modérées de la région glutéale droite.

Une lésion est située dans la partie gauche du sacrum.

La douleur de la région sacro-iliaque droite peut être simplement rapportée à l'articulation sacro-iliaque, qui est très sensible à la douleur. La faiblesse de la musculature intrinsèque du pied, de l'extenseur de l'hallux, du long extenseur des orteils et du muscle troisième fibulaire soulève la possibilité d'une atteinte des nerfs sacraux et de la jonction lombosacrale. Les troubles de sensibilité de la région glutéale et périanale sont également en faveur de cette localisation lésionnelle.

Des radiographies du bassin ont été réalisées.

Les radiographies ont tout d'abord été interprétées comme normales. De ce fait, la patiente a bénéficié d'autres examens d'imagerie – TDM et IRM –, qui ont permis de mettre en évidence une lésion lytique impliquant la partie gauche du sacrum et s'étendant aux foramens sacraux de S1, S2 et S3. L'analyse des radiographies du bassin peut souvent être considérée à tort comme normale et d'autres investigations doivent être réalisées lorsqu'un patient est suspect de lésion sacrale.

La lésion était expansive et lytique.

La plupart des métastases osseuses ne sont pas expansives. Elles sont souvent lytiques, mais peuvent également engendrer des phénomènes de sclérose (métastases prostatiques et pulmonaires). De temps en temps, elles possèdent la double composante.

Il existe des circonstances particulières associant lésion lytique et expansive. Cela survient plus fréquemment dans le cadre de métastase rénale ou de myélome multiple. L'importance anatomique de ce type de lésion réside dans sa capacité d'expansion et de compression des autres structures. Cette capacité d'expansion lésionnelle avec une compression des racines sacrales explique les symptômes de la patiente.

La patiente a bénéficié de séances de radiothérapie, de l'exérèse d'une néoplasie rénale, et est actuellement en cure de chimiothérapie.

3

Thorax

Dorothée Coquerel-Béghin, Fabrice Duparc, Jean-Luc Gahdoun, Jean-Michel Muller

Vue globale

INTRODUCTION

Le **thorax** est un cylindre de forme irrégulière avec une ouverture supérieure étroite (l'ouverture thoracique supérieure) et une ouverture inférieure relativement grande (l'ouverture thoracique inférieure) (fig. 3.1). L'ouverture thoracique supérieure se prolonge par le cou ; l'ouverture thoracique inférieure est fermée par le diaphragme.

La paroi musculosquelettique du thorax est déformable et constituée de segments organisés en vertèbres, côtes, muscles, et du sternum.

La **cavité thoracique** est entourée par la paroi thoracique et par le diaphragme, et elle est divisée en trois compartiments principaux :

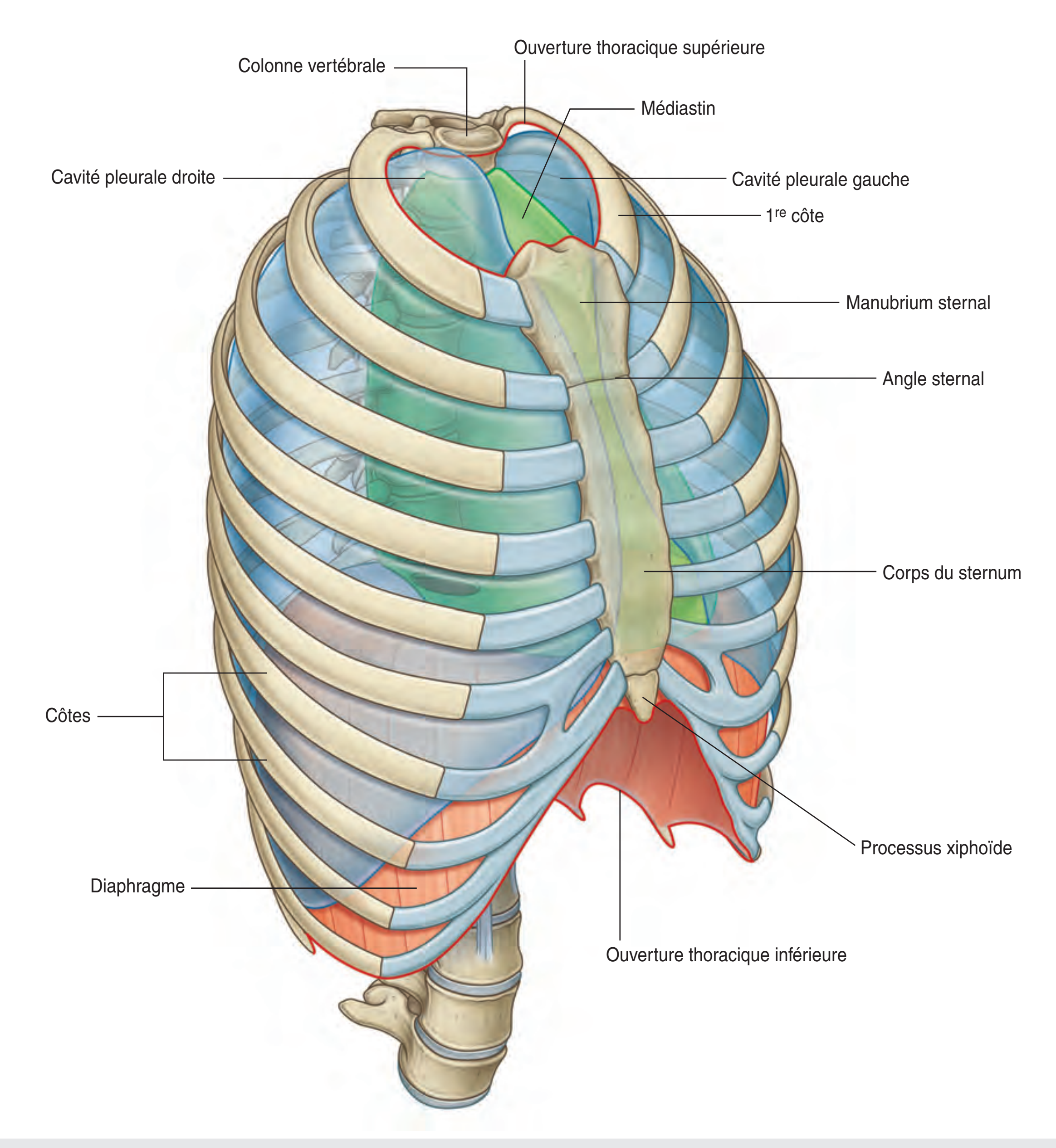


Figure 3.1 Paroi et cavité thoraciques.

- une cavité pleurale droite et une cavité pleurale gauche, qui entourent chacune les poumons ;
- le médiastin.

Le médiastin est une structure étroite de tissus mous déformables, orientée longitudinalement en position sagittale médiane. Il contient le cœur, l'œsophage, la trachée, les principaux nerfs et les gros vaisseaux.

Les cavités pleurales sont complètement séparées l'une de l'autre par le médiastin. Ainsi, un événement anormal dans une cavité ne va pas affecter obligatoirement l'autre cavité. Cela est aussi vrai pour le médiastin qui peut être ouvert chirurgicalement sans ouvrir les cavités pleurales.

Un autre fait important pour les cavités pleurales est qu'elles s'étendent au-dessus de la 1re côte. L'apex de chaque poumon s'étend donc jusqu'à la racine du cou. La conséquence est qu'en cas d'événement anormal au niveau de la racine du cou, il peut y avoir une atteinte de la plèvre et du poumon, et qu'en cas d'atteinte du poumon ou de la plèvre, il peut y avoir un retentissement au niveau de la racine du cou.

FONCTIONS

Respiration

Une des plus importantes fonctions du thorax est la respiration. Le thorax ne contient pas seulement les poumons mais aussi toute la machinerie nécessaire – le diaphragme, la paroi thoracique et les côtes – pour mobiliser l'air à l'intérieur et à l'extérieur des poumons.

Les mouvements d'élévation et d'abaissement du diaphragme et les mouvements latéraux et antérieurs de la paroi thoracique, liés au mouvement des côtes, entraînent une modification du volume de la cavité thoracique et constituent les éléments clés de la respiration.

Protection des organes vitaux

La cavité thoracique protège le cœur, les poumons et les gros vaisseaux. Du fait de sa forme en dôme, le diaphragme sépare la cavité thoracique des principaux viscères abdominaux.

Une importante partie du foie se trouve sous le côté droit du dôme du diaphragme, et la rate et l'estomac se trouvent sous le côté gauche. La face postérieure du pôle supérieur des reins se trouve sous le diaphragme et devant la 12e côte à droite, et entre la 11e et la 12e côte à gauche.

Conduit médiastinal

Le médiastin agit comme un conduit pour les structures qui passent à travers le thorax d'une région du corps à l'autre et du thorax vers d'autres régions.

L'œsophage, les nerfs vagues et le conduit thoracique passent à travers le médiastin entre l'abdomen et le cou.

Les nerfs phréniques, qui sont originaires du cou, passent aussi à travers le médiastin pour pénétrer et innerver le diaphragme.

D'autres structures comme la trachée, l'aorte thoracique et la veine cave supérieure cheminent dans le médiastin entre les organes viscéraux majeurs du thorax.

ÉLÉMENTS ANATOMIQUES

Paroi thoracique

La **paroi thoracique** est formée d'éléments squelettiques et musculaires (fig. 3.1) :

- en arrière, elle est composée de 12 vertèbres thoraciques et de leurs disques intervertébraux d'interposition ;
- latéralement, la paroi est formée par les côtes (12 sur chaque côté) et trois couches de muscles plats qui remplissent les espaces intercostaux entre les côtes adjacentes ; ces muscles mobilisent les côtes et servent de support aux éléments des espaces intercostaux ;
- en avant, le **sternum**, qui est formé du manubrium sternal, du corps du sternum et du processus xiphoïde.

Le manubrium sternal a une angulation postérieure sur le corps du sternum, au niveau de l'articulation manubriosternale ; cela forme l'angle sternal, qui est un repère superficiel important utilisé par les cliniciens lors de l'examen clinique du thorax.

L'extrémité antérieure (distale) des côtes est composée de cartilage costal, qui contribue à l'élasticité et à la mobilité de la paroi.

Toutes les côtes s'articulent avec les vertèbres thoraciques en arrière. La plupart des côtes (2e à 9e côtes) ont trois articulations avec la colonne vertébrale. La tête de chaque côte s'articule avec le corps de sa vertèbre propre et avec le corps de la vertèbre située au-dessus (fig. 3.2). Comme les côtes se courbent en arrière, elles s'articulent aussi avec le processus transverse de leur vertèbre correspondante.

En avant, les cartilages costaux des 1re à 7e côtes s'unissent avec le sternum.

Le cartilage costal des 8e, 9e et 10e côtes s'unit avec le bord inférieur du cartilage costal situé au-dessus de lui. Les 11e et 12e côtes sont appelées côtes flottantes parce qu'elles ne s'articulent pas avec les autres côtes, le cartilage costal ou le sternum. Leur cartilage costal est petit, et sert seulement à recouvrir leur extrémité.

L'architecture squelettique de la paroi thoracique constitue de nombreux sites d'insertion pour des muscles du cou, de l'abdomen, du dos et des membres supérieurs.

Certains muscles relient les côtes et agissent comme muscles accessoires pour la respiration ; une partie d'entre eux stabilisent la position des première et dernière côtes.

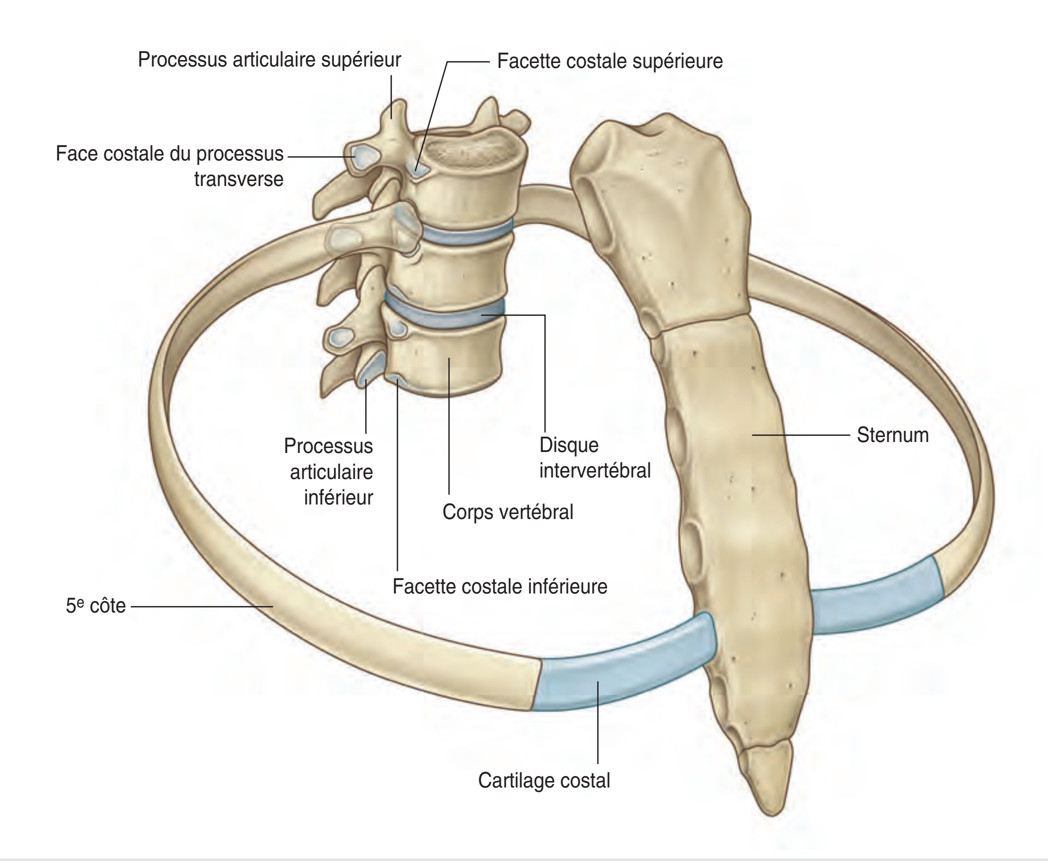


Figure 3.2 Articulation entre les côtes et les vertèbres.

Ouverture thoracique supérieure

Complètement entourée par des éléments squelettiques, l'ouverture thoracique supérieure (orifice thoracique supérieur) est formée par le corps de la vertèbre TI en arrière, le bord médial de la 1re côte de chaque côté, et par le manubrium sternal en avant.

Le bord supérieur du manubrium sternal est approximativement dans le même plan horizontal que le disque intervertébral situé entre les vertèbres TII et TIII.

La 1re côte se dirige obliquement vers le bas, depuis son articulation postérieure avec la vertèbre TI, jusqu'à son articulation antérieure avec le manubrium sternal. En conséquence, le plan de l'ouverture thoracique supérieure fait un angle oblique orienté vers l'avant.

Au niveau de l'ouverture thoracique supérieure, les parties supérieures des cavités pleurales, qui recouvrent les poumons, se situent sur chaque côté de l'entrée du médiastin (fig. 3.3).

Les structures qui passent du membre supérieur au thorax cheminent au-dessus de la 1re côte et sur la partie supérieure de la cavité pleurale lors de leur entrée ou de leur sortie du médiastin. Les structures qui passent entre le cou, la tête et le thorax passent plus verticalement à travers l'ouverture thoracique supérieure.

Ouverture thoracique inférieure

L'**ouverture thoracique inférieure** (**orifice thoracique inférieur**) est grande et extensible. Les os, le cartilage et les ligaments en forment ses bords (fig. 3.4A).

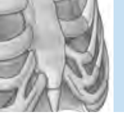
L'ouverture thoracique inférieure est fermée par le diaphragme, et les structures qui passent de l'abdomen au thorax traversent le diaphragme, ou passent en arrière.

Les éléments squelettiques de l'ouverture thoracique inférieure sont :

- le corps de la 12e vertèbre en arrière ;
- la 12e côte et l'extrémité distale de la 11e côte postérolatéralement ;
- les extrémités distales cartilagineuses de la 7e à la 10e côte, qui s'unissent pour former le rebord costal antérolatéralement ;
- le processus xiphoïde en avant.

L'articulation entre le rebord costal et le sternum est approximativement dans le même plan horizontal que le disque intervertébral situé entre les vertèbres TIX et TX. En d'autres termes, le bord postérieur de l'ouverture thoracique inférieure est plus bas que le bord antérieur.

Quand on la regarde de face, l'ouverture thoracique inférieure est inclinée vers le haut.



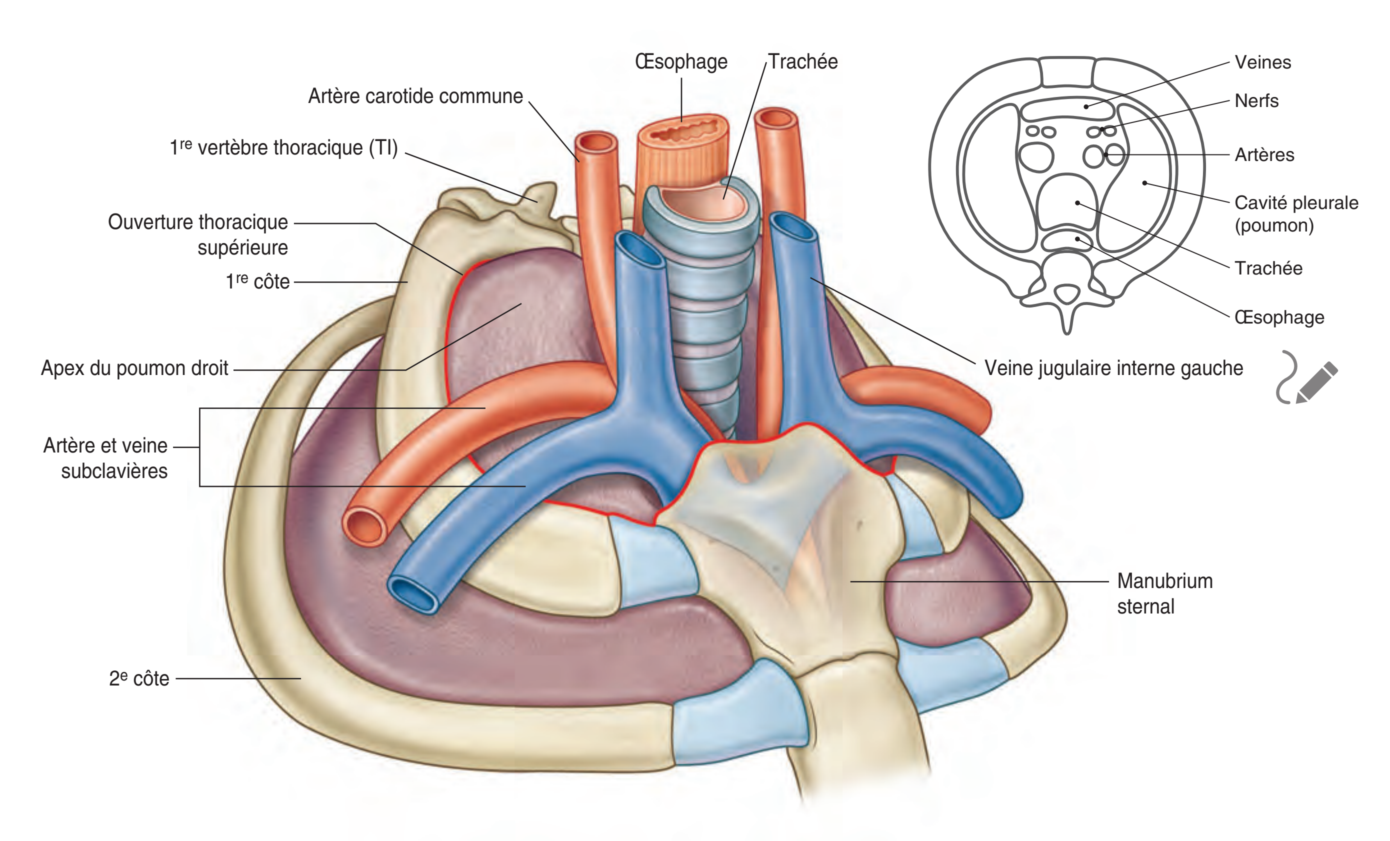


Figure 3.3 Ouverture thoracique supérieure.

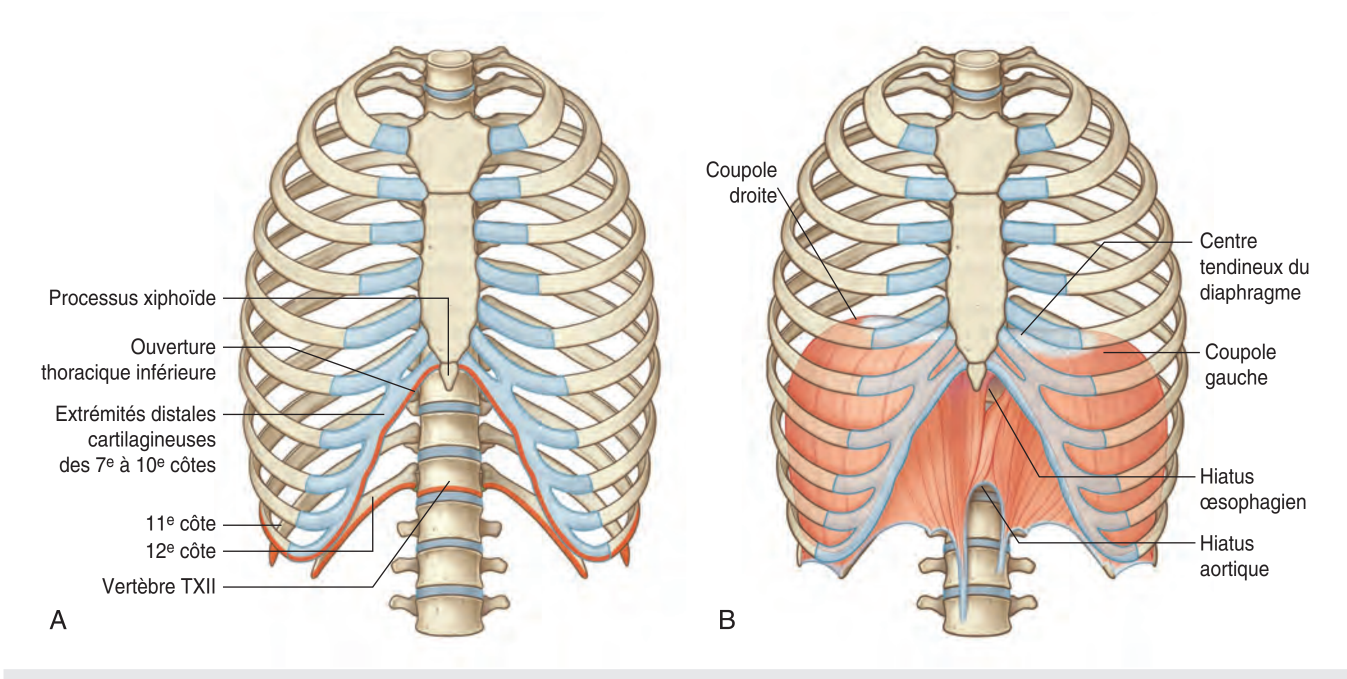


Figure 3.4 **A.** Ouverture thoracique inférieure. **B.** Diaphragme.

Diaphragme

Le **diaphragme** musculotendineux obture l'ouverture thoracique inférieure (fig. 3.4B).

Généralement, les fibres musculaires du diaphragme naissent de manière radiaire des bords de l'ouverture thoracique inférieure, et convergent vers un grand tendon central.

Du fait de l'obliquité de l'ouverture thoracique inférieure, les insertions postérieures du diaphragme sont inférieures aux insertions antérieures.

Le diaphragme n'est pas plat ; il a une forme ballonnée sur ses deux côtés droit et gauche, qui forment les coupoles. La coupole droite est plus haute que la coupole gauche, et elle se projette au niveau de la 5e côte.

En se contractant, le diaphragme abaisse les coupoles et augmente le volume du thorax.

L'œsophage et la veine cave inférieure traversent le diaphragme ; l'aorte passe en arrière du diaphragme.

Médiastin

Le **médiastin** est une région étroite qui s'étend du sternum en avant aux vertèbres thoraciques en arrière, et de l'ouverture thoracique supérieure à l'ouverture thoracique inférieure.

Un plan horizontal passe à travers l'angle sternal et le disque entre les vertèbres TIV et TV. Ce plan sépare le médiastin en une partie supérieure et une partie inférieure (fig. 3.5). La partie inférieure est divisée par le péricarde, qui circonscrit la cavité péricardique entourant le cœur. Le péricarde et le cœur constituent le médiastin moyen.

Le médiastin antérieur se situe entre le sternum et le péricarde ; le médiastin postérieur, entre le péricarde et les vertèbres thoraciques.

Cavités pleurales

Les cavités pleurales sont situées de part et d'autre du médiastin (fig. 3.6).

Chaque **cavité pleurale** est complètement entourée d'une membrane mésothéliale appelée la plèvre.

Durant le développement, les poumons se développent hors du médiastin et sont entourés par les cavités pleurales. Il en résulte que la surface externe du poumon est recouverte intégralement par la plèvre.

Chaque poumon est lié au médiastin par un pédicule formé par la voie aérienne, les vaisseaux sanguins pulmonaires, le tissu lymphatique et les nerfs.

La plèvre qui tapisse la paroi de la cavité thoracique se nomme plèvre pariétale ; elle se réfléchit au niveau du médiastin autour du pédicule, où elle est en continuité avec la plèvre viscérale qui tapisse la surface des poumons. L'espace situé entre la plèvre viscérale qui recouvre les poumons et la plèvre pariétale qui recouvre les parois de la cavité thoracique est normalement virtuel.

Les poumons ne remplissent pas entièrement l'espace de la cavité pleurale, ce qui crée des récessus, qui ne contiennent pas de tissu pulmonaire et sont importants pour l'adaptation du volume pulmonaire au cours de la respiration. Le récessus costodiaphragmatique, qui est le récessus le plus grand et cliniquement le plus important, se situe en bas entre la paroi thoracique et le diaphragme.

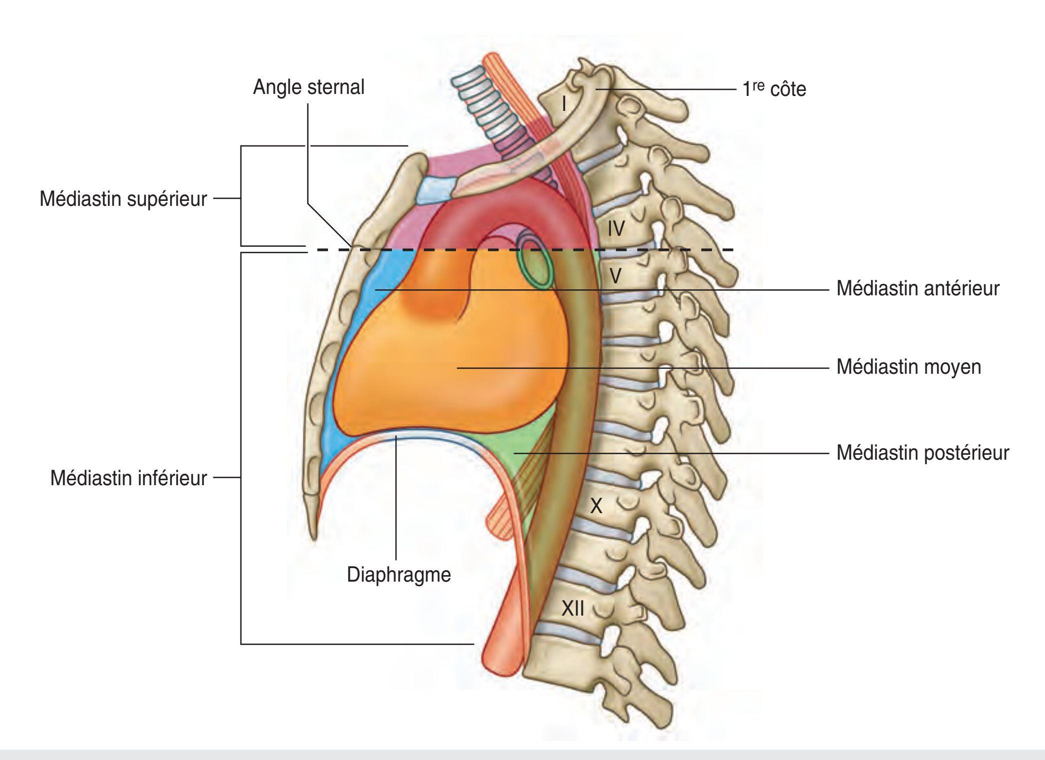


Figure 3.5 Subdivisions du médiastin.

Apex du poumon droit
Trachée
Cavité pleurale gauche entourant le poumon gauche
Bronche principale droite
Plèvre pariétale
Plèvre viscérale
Médiastin
Cavité pleurale droite
Récessus costodiaphragmatique
Diaphragme

Figure 3.6 Cavités pleurales.

RAPPORTS AVEC LES AUTRES RÉGIONS

Cou

L'ouverture thoracique supérieure s'ouvre directement sur la base du cou (fig. 3.7).

La partie supérieure de la cavité pleurale s'étend approximativement à 2 à 3 cm au-dessus de la 1re côte et du cartilage costal dans le cou. C'est entre ces expansions pleurales que passent les structures viscérales majeures qui cheminent entre le cou et le médiastin supérieur. Sur la ligne médiane, la trachée est située juste devant l'œsophage. Les gros vaisseaux sanguins et les nerfs entrent et sortent du thorax au niveau de l'ouverture thoracique supérieure devant et latéralement par rapport à ces structures.

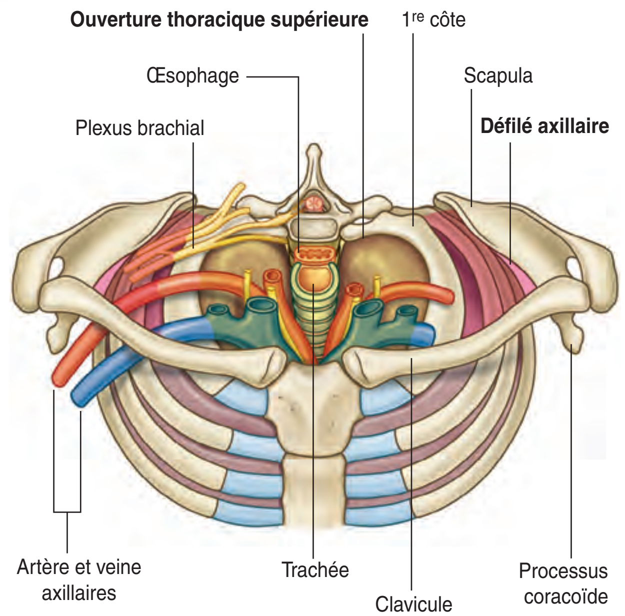


Figure 3.7 Ouverture thoracique supérieure et défilé axillaire.

Membre supérieur

Un **défilé axillaire**, ou entrée du membre supérieur, est situé de chaque côté de l'ouverture thoracique supérieure. Ces deux défilés axillaires et l'ouverture thoracique supérieure communiquent en haut avec la base du cou (fig. 3.7).

Chaque défilé axillaire est formé par :

- le bord supérieur de la scapula en arrière ;
- la clavicule en avant ;
- le bord latéral de la 1re côte en dedans.

L'apex de chaque défilé triangulaire est orienté latéralement et formé par le bord médial du processus coracoïde, qui s'étend en avant à partir du bord supérieur de la scapula.

La base de l'ouverture triangulaire du défilé axillaire est le bord de la 1re côte.

Les gros vaisseaux sanguins cheminent entre le défilé axillaire et l'ouverture thoracique supérieure en passant au-dessus de la 1re côte.

Les constituants proximaux du plexus brachial cheminent aussi entre le cou et le membre supérieur en passant à travers le défilé axillaire.

Abdomen

Le diaphragme sépare le thorax de l'abdomen. Les structures qui passent du thorax à l'abdomen cheminent soit à travers le diaphragme, soit derrière (fig. 3.8) :

- la veine cave inférieure traverse le **centre tendineux du diaphragme** pour entrer dans le côté droit du médiastin en regard du niveau vertébral TVIII ;
- l'œsophage traverse le corps musculaire du diaphragme pour quitter le médiastin et entrer dans l'abdomen juste à gauche de la ligne médiane au niveau vertébral TX ;
- l'aorte passe en arrière du diaphragme sur la ligne médiane au niveau vertébral TXII ;
- de nombreuses autres structures passent du thorax à l'abdomen en cheminant soit à travers, soit en arrière du diaphragme.

Seins

Les seins sont formés des glandes mammaires, du fascia superficiel et de la peau qui recouvre la **région pectorale**. Ils sont situés de chaque côté de la paroi thoracique antérieure (fig. 3.9).

Les vaisseaux, lymphatiques et nerfs du sein sont comme suit :

- des branches de l'artère et de la veine thoracique interne sortent de la paroi thoracique antérieure de chaque côté du sternum et vascularisent la zone antérieure de la paroi thoracique. Ces branches sont principalement situées aux 2e à 4e espaces intercostaux et vascularisent aussi la partie antéromédiale de chaque sein ;
- les vaisseaux lymphatiques au niveau de la région médiale de la poitrine accompagnent les artères perforantes et se drainent dans les nœuds parasternaux sur la face profonde de la paroi thoracique ;
- les vaisseaux et les lymphatiques situés dans les régions latérales du sein sont issus de, ou se drainent dans, la **région axillaire** du membre supérieur ;
- les rameaux latéraux et antérieurs des 4e, 5e et 6e nerfs intercostaux donnent l'innervation sensitive de la peau du sein.

POINTS CLÉS

Niveau vertébral TIV–TV

En clinique, les médecins utilisent les niveaux vertébraux pour déterminer la position des structures anatomiques importantes des régions du corps.

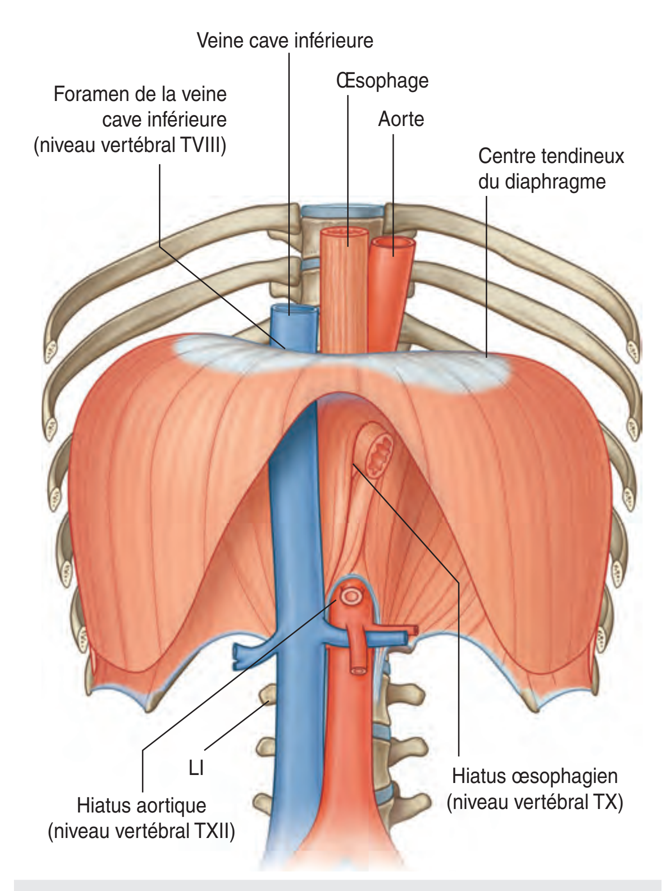
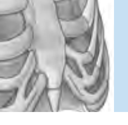


Figure 3.8 Principales structures passant de l'abdomen au thorax.



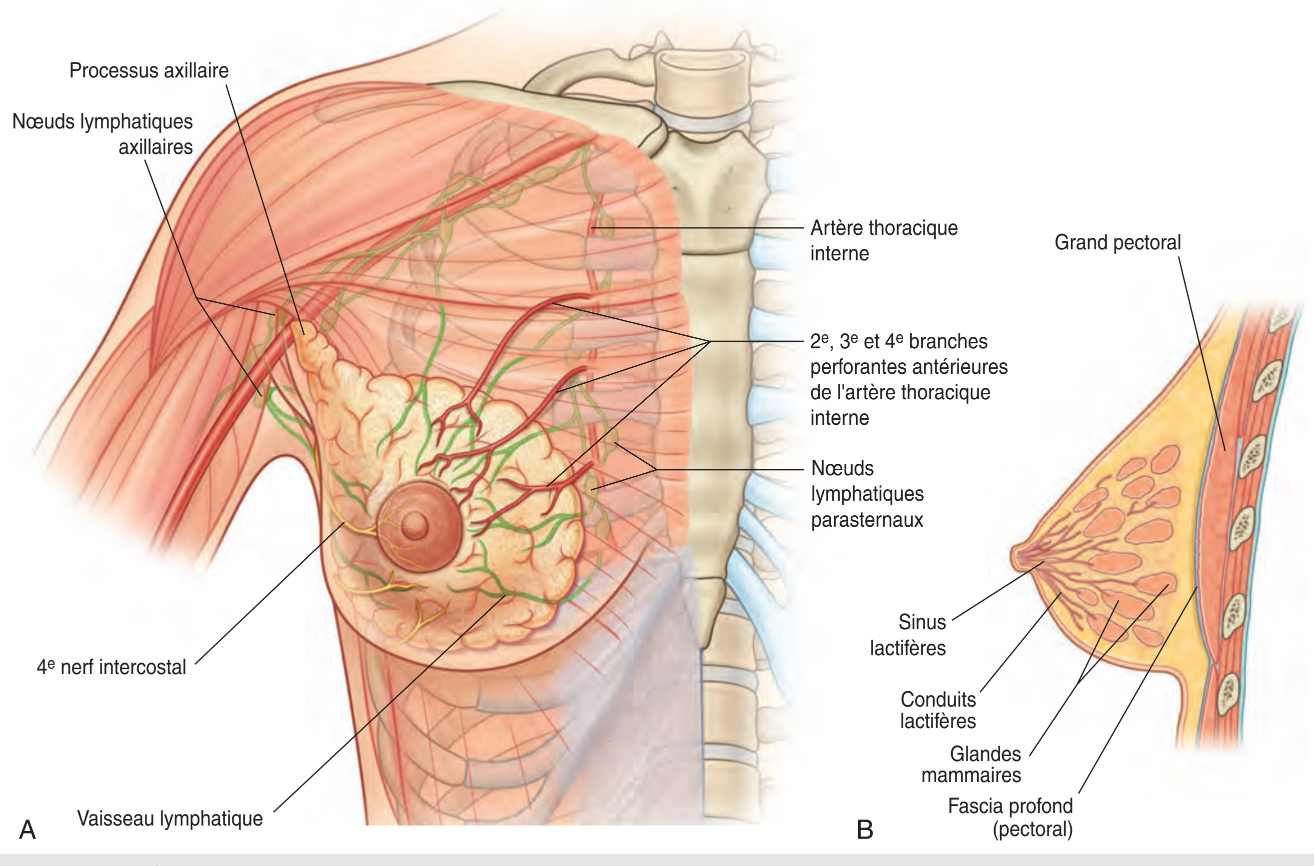


Figure 3.9 Sein droit.

Le plan horizontal qui passe par le disque entre les vertèbres thoraciques TIV et TV est un des plans les plus importants du corps (fig. 3.10). En effet :

- il passe à travers l'angle sternal en avant, qui correspond à l'articulation antérieure entre le cartilage costal de la 2e côte et le sternum. L'angle sternal est utilisé pour déterminer la position de la 2e côte, ce qui permet de compter les côtes (du fait de sa position juste sous la clavicule, la 1re côte n'est pas palpable) ;
- il sépare le médiastin supérieur du médiastin inférieur et marque la position de la limite supérieure du péricarde ;
- il marque l'origine et la terminaison de l'arc aortique ;
- il passe à travers l'endroit où la veine cave supérieure pénètre dans la cavité péricardique pour entrer dans le cœur ;
- c'est le niveau où la trachée se divise en bronches principales droite et gauche ;
- il marque la limite supérieure du tronc pulmonaire.

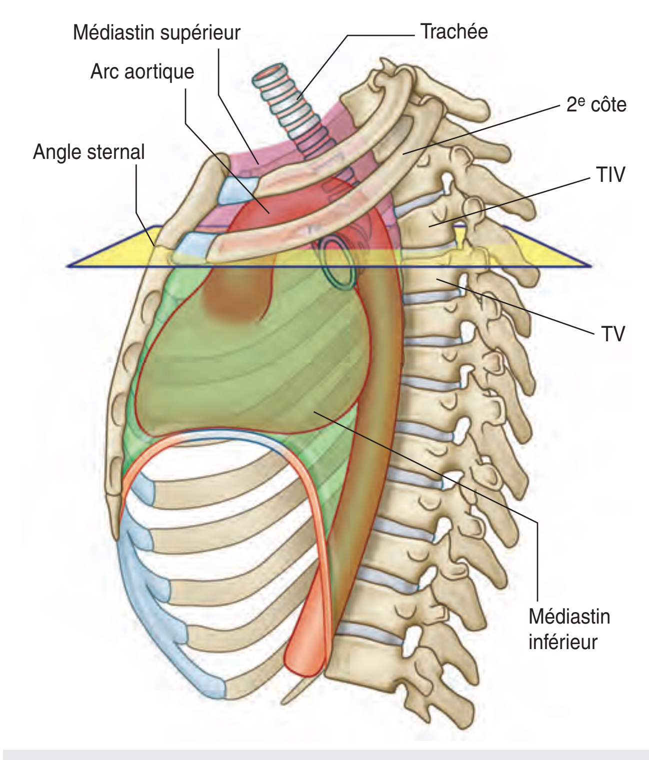


Figure 3.10 Niveau vertébral TIV–TV.

Communications veineuses entre les côtés gauche et droit

L'**atrium droit** est la chambre du cœur qui reçoit le sang désoxygéné qui revient du reste du corps. Il est situé sur le côté droit de la ligne médiane, et les deux veines principales, la veine cave supérieure et la veine cave inférieure, qui se drainent dans sa lumière, sont aussi localisées sur le côté droit du corps. Ainsi, pour gagner le côté droit du corps, tout le sang qui provient du côté gauche doit traverser la ligne médiane. Cette communication entre les côtés gauche et droit est possible par la présence d'un nombre important de grosses veines qui naissent pour la plupart dans le thorax (fig. 3.11).

Chez les adultes, la veine brachiocéphalique gauche traverse la ligne médiane juste en arrière du manubrium sternal et draine le sang provenant du côté gauche de la tête, du cou, du membre supérieur gauche et d'une partie de la paroi thoracique gauche dans la veine cave supérieure.

Les veines hémiazygos et hémiazygos accessoire drainent les parties postérieure et latérale de la paroi thoracique gauche, cheminent immédiatement en avant des corps des vertèbres thoraciques, et s'abouchent dans la veine azygos du côté droit, qui va finalement s'ouvrir dans la veine cave supérieure.

Organisation neurovasculaire segmentaire de la paroi thoracique

L'organisation des nerfs et des vaisseaux qui sont afférents à la paroi thoracique est le reflet de l'organisation segmentaire de cette paroi. Les artères de la paroi proviennent de deux origines :

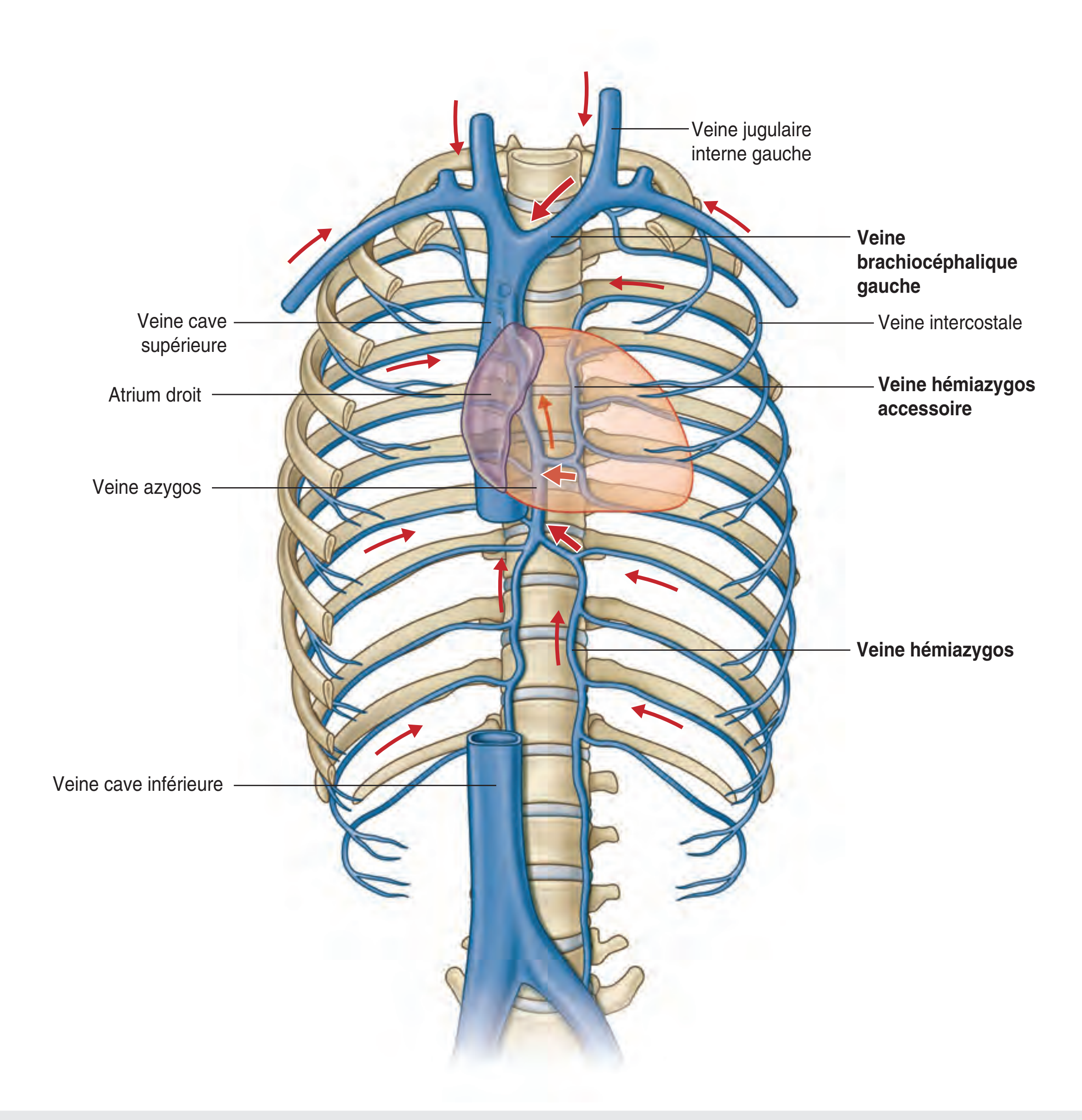


Figure 3.11 Communications veineuses entre les côtés gauche et droit.



- de l'aorte thoracique, située dans le médiastin postérieur ;
- et d'une paire de vaisseaux, les artères thoraciques internes, qui cheminent le long de la face profonde de la paroi thoracique de chaque côté du sternum.

Des branches intercostales postérieures et antérieures naissent de manière segmentaire de ces artères et cheminent latéralement autour de la paroi thoracique, le long du bord inférieur de chaque côte (fig. 3.12A). Cheminant avec les vaisseaux, on retrouve les nerfs intercostaux (rameau antérieur des nerfs thoraciques spinaux), qui innervent la paroi, la plèvre pariétale correspondante et la peau en regard. La position des nerfs et des vaisseaux par rapport aux côtes doit être connue quand on veut faire passer un objet comme un drain thoracique à travers la paroi.

Les dermatomes du thorax reflètent généralement l'organisation segmentaire des nerfs spinaux thoraciques (fig. 3.12B). Il existe néanmoins une exception en avant et sur la partie supérieure du thorax, avec le premier dermatome thoracique, dont le territoire s'étend sur le membre supérieur et non sur le tronc.

Figure 3.12 A. Organisation neurovasculaire segmentaire de la paroi thoracique.

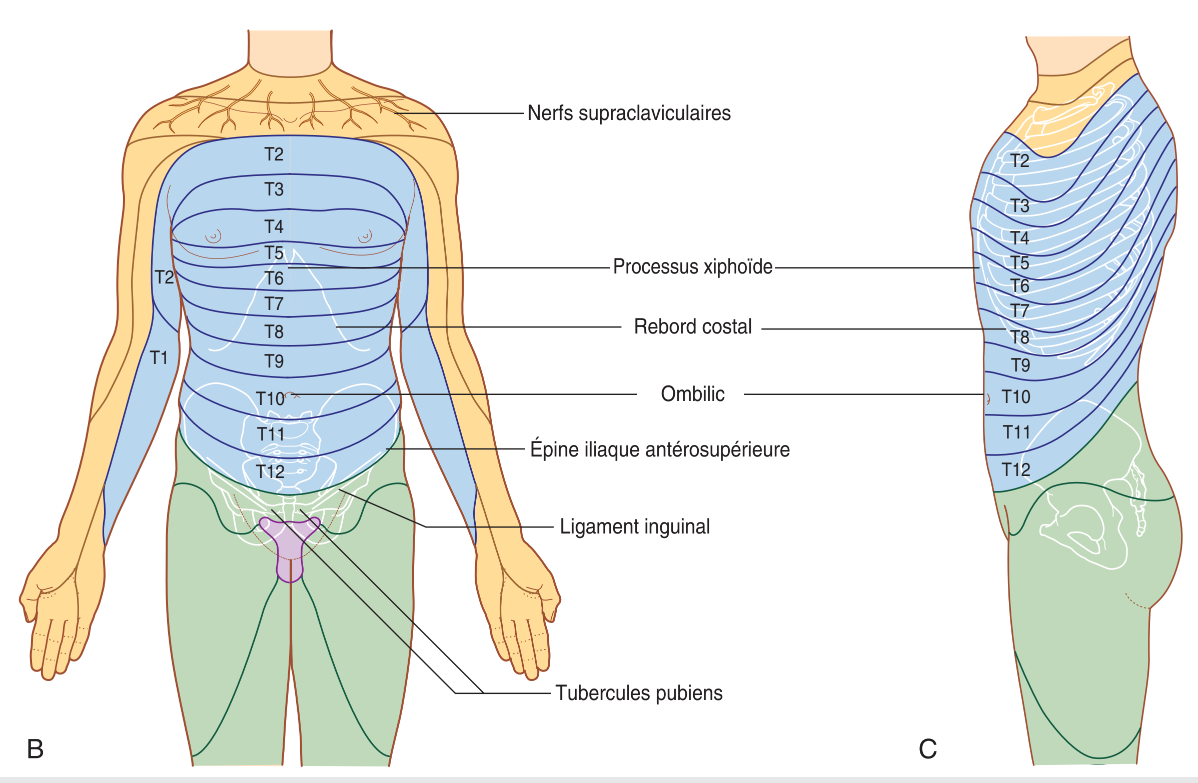


Figure 3.12 Suite. B. Vue antérieure des dermatomes thoraciques associés aux nerfs spinaux thoraciques. **C.** Vue latérale des dermatomes thoraciques associés aux nerfs spinaux thoraciques.

La région antérosupérieure du tronc reçoit des fibres du rameau antérieur de C4 via les divisions supraclaviculaires du plexus cervical.

Le plus haut situé des dermatomes thoraciques sur la partie antérieure de la paroi est T2, qui s'étend aussi sur le membre supérieur. Au niveau de la ligne médiane, la peau qui recouvre le processus xiphoïde est innervée par T6.

Les dermatomes de T7 à T12 suivent les contours des côtes sur la paroi abdominale antérieure (fig. 3.12C).

Système sympathique

Toutes les fibres nerveuses préganglionnaires du système sympathique sont transportées hors de la moelle spinale par les nerfs spinaux de T1 à L2 (fig. 3.13). Cela signifie que toutes les fibres sympathiques trouvées dans le corps naissent de la moelle spinale comme des composants de ces nerfs spinaux. Les fibres sympathiques préganglionnaires qui sont destinées à la tête sont transportées par le nerf spinal T1.

Paroi déformable et ouverture thoracique inférieure

La paroi thoracique est extensible parce que la plupart des côtes s'articulent avec d'autres composants de la paroi par de vraies articulations qui permettent les mouvements, et parce que les côtes ont une forme et une orientation adaptées (fig. 3.14).

L'insertion postérieure de la côte est plus haute que son insertion antérieure. Ainsi, lorsqu'une côte s'élève, cela mobilise la paroi thoracique antérieure en avant par rapport à la paroi thoracique postérieure, qui est fixée. De plus, la partie moyenne de chaque côte est plus basse que ses deux extrémités ; ainsi, lorsque cette région de la côte s'élève, elle élargit la paroi thoracique latéralement. Enfin, par sa nature musculaire, le diaphragme modifie le volume du thorax verticalement.

Les changements dans des grands diamètres antérieur, latéral et vertical de la cavité thoracique sont importants pour la respiration.

Innervation du diaphragme

Le diaphragme est innervé par les deux nerfs phréniques qui sont, de chaque côté, des rameaux du plexus cervical et cheminent dans le cou (fig. 3.15). Ils naissent des rameaux antérieurs des nerfs cervicaux C3, C4 et C5, avec une participation principale issue de C4.

Les **nerfs phréniques** descendent verticalement à travers le cou, l'ouverture thoracique supérieure et le médiastin, pour donner l'innervation motrice de tout le diaphragme et des

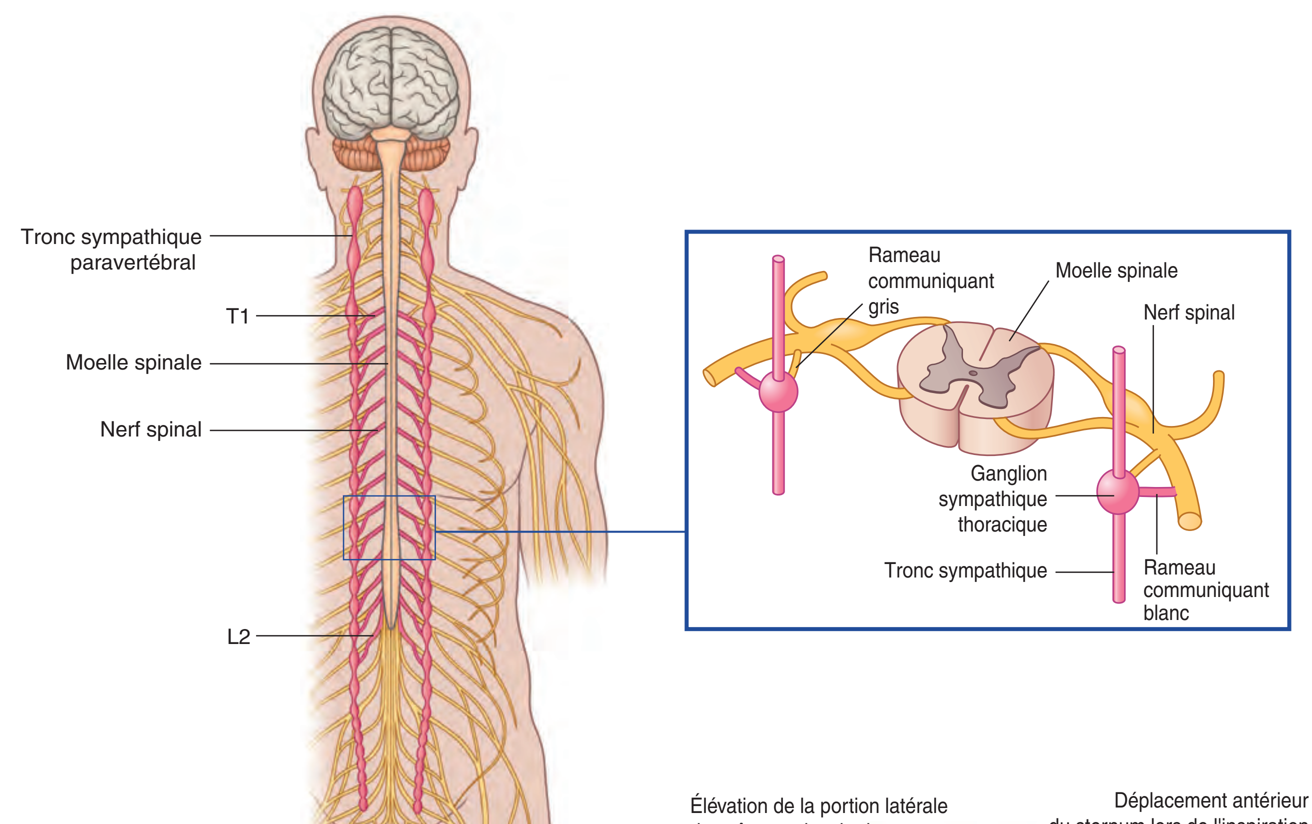


Figure 3.13 Troncs sympathiques.

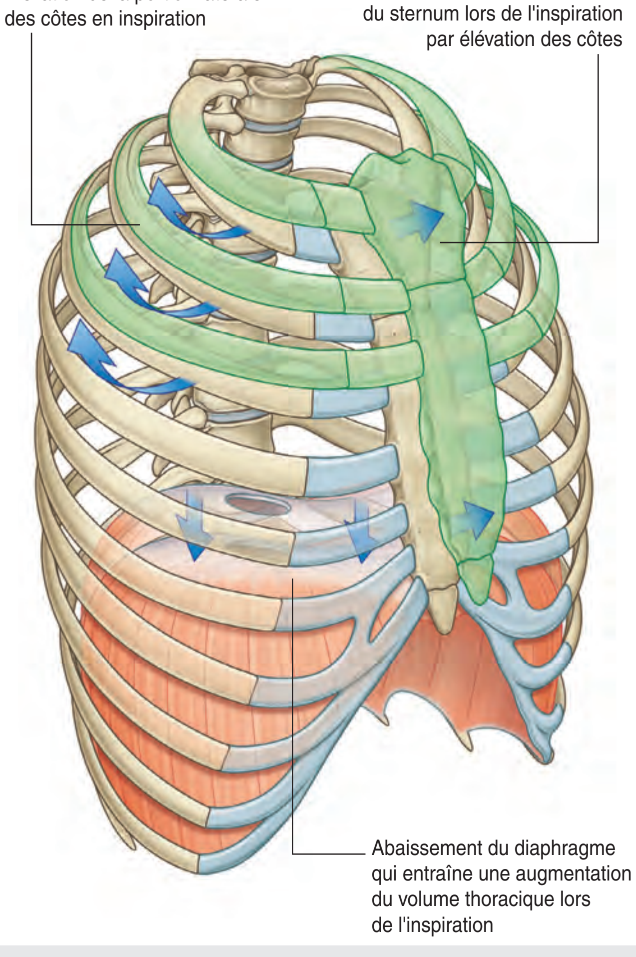


Figure 3.14 Paroi déformable et ouverture thoracique inférieure.

piliers (expansions musculaires qui fixent le diaphragme aux vertèbres lombales supérieures). Dans le médiastin, les nerfs phéniques passent en avant des pédicules pulmonaires.

Les tissus qui donnent initialement naissance au diaphragme sont en position antérieure dans le disque embryologique avant le développement de l'extrémité crâniale, ce qui explique l'origine cervicale des nerfs qui innervent le diaphragme. En d'autres termes, le tissu qui donne naissance au diaphragme naît au-dessus de la zone de localisation définitive du diaphragme.

Les lésions de la moelle spinale au-dessous de l'origine du nerf phrénique n'affectent pas les mouvements du diaphragme.

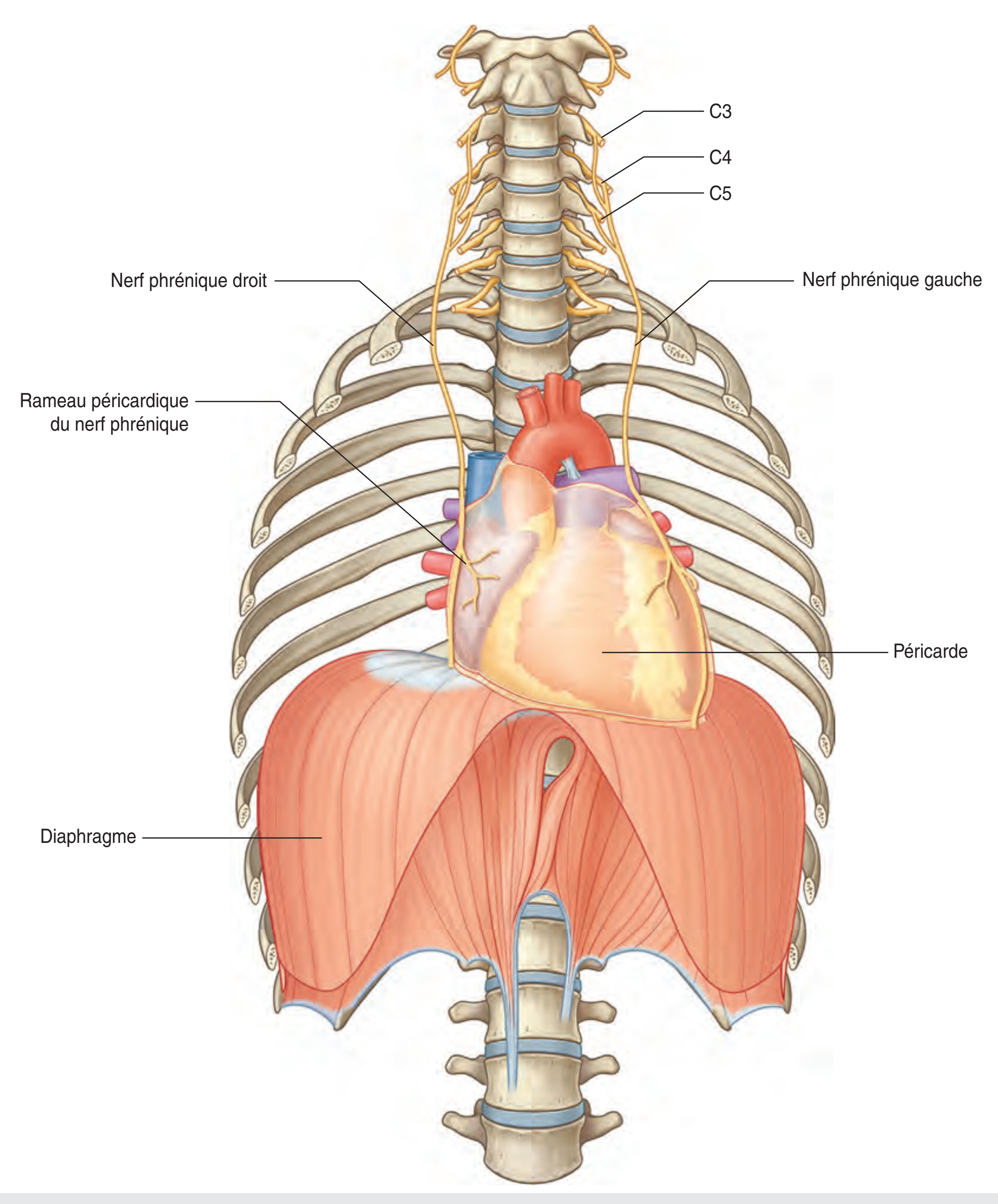


Figure 3.15 Innervation du diaphragme.

Anatomie régionale

Le cylindre thoracique est formé :

- de la paroi ;
- des deux cavités pleurales ;
- des poumons ;
- du médiastin.

Le thorax contient le cœur et les poumons, et il agit comme un canal médiastinal entre le cou et l'abdomen pour différentes structures. Il joue un rôle principal dans la respiration. De plus, la paroi thoracique protège le cœur et les poumons, et sert de point d'attache aux membres supérieurs. Les muscles fixés à la paroi thoracique antérieure permettent une partie de ce support et, en association avec le tissu conjonctif, les nerfs, les vaisseaux, le fascia superficiel et la peau, ils forment la région pectorale.

RÉGION PECTORALE

La région pectorale est externe par rapport à la paroi thoracique antérieure, et elle relie le membre supérieur au tronc. Elle est formée :

- d'un compartiment superficiel contenant la peau, le fascia superficiel et les seins ;
- d'un compartiment profond contenant les muscles et leurs structures associées.

Les nerfs, les vaisseaux et les lymphatiques du compartiment superficiel émergent de la paroi thoracique, de la fosse axillaire et du cou.

Seins

Les seins sont constitués des glandes mammaires, de la peau et du tissu conjonctif associés. Les **glandes mammaires** sont des glandes sudoripares modifiées situées dans le fascia superficiel antérieur au muscle pectoral de la paroi thoracique antérieure (fig. 3.16).

La glande mammaire est formée d'une série de canaux associés à des lobules sécrétoires. Ceux-ci convergent pour former 15 à 20 **canaux galactophores**, qui s'abouchent de manière indépendante au mamelon. Le **mamelon** est entouré d'une zone de peau circulaire pimentée appelée l'**aréole**.

Un tissu conjonctif bien développé entoure les canaux et les lobules de la glande mammaire. Dans certaines régions, il existe des condensations de ces tissus qui définissent des ligaments, les **ligaments suspenseurs du sein**, qui se prolongent dans le derme et la peau, et permettent la suspension de la poitrine. Les carcinomes mammaires peuvent entraîner des rétractions au niveau de ces ligaments, ce qui provoque une invagination de la peau.

Chez les femmes qui n'allaitent pas, le sein est composé principalement de graisse, alors que chez la femme qui allaite, le tissu glandulaire est plus important.

Le sein se situe au-dessus du fascia profond en rapport avec le muscle grand pectoral et les autres muscles situés au-dessous. Une couche de tissu conjonctif (l'**espace rétromammaire**) sépare le sein du fascia profond et permet un certain degré de mouvement des structures sous-jacentes.

La base, ou surface d'insertion, de chaque sein s'étend verticalement de la 2e à la 6e côte, et transversalement du sternum jusqu'au niveau de la ligne médioaxillaire latéralement.

Vascularisation artérielle

Le sein est en relation avec la paroi thoracique et les structures associées aux membres supérieurs ; aussi, la vascularisation et le drainage suivent plusieurs voies (fig. 3.16) :

- latéralement, des vaisseaux issus de l'artère axillaire – l'artère thoracique supérieure, l'artère thoracoacromiale, l'artère thoracique latérale, l'artère subscapulaire ;
- médialement, des branches de l'artère thoracique interne ;
- des deuxième à quatrième artères intercostales via les branches qui perforent la paroi thoracique et suivent le muscle.

Drainage veineux

Les veines qui drainent le sein sont associées aux artères. Ces veines se drainent dans les veines axillaires, thoraciques internes et intercostales.

Innervation

L'innervation du sein est réalisée par des rameaux cutanés antérieurs et latéraux issus des 2e, 3e, 4e, 5e et 6e nerfs intercostaux. L'aréole est innervée par le quatrième nerf intercostal.

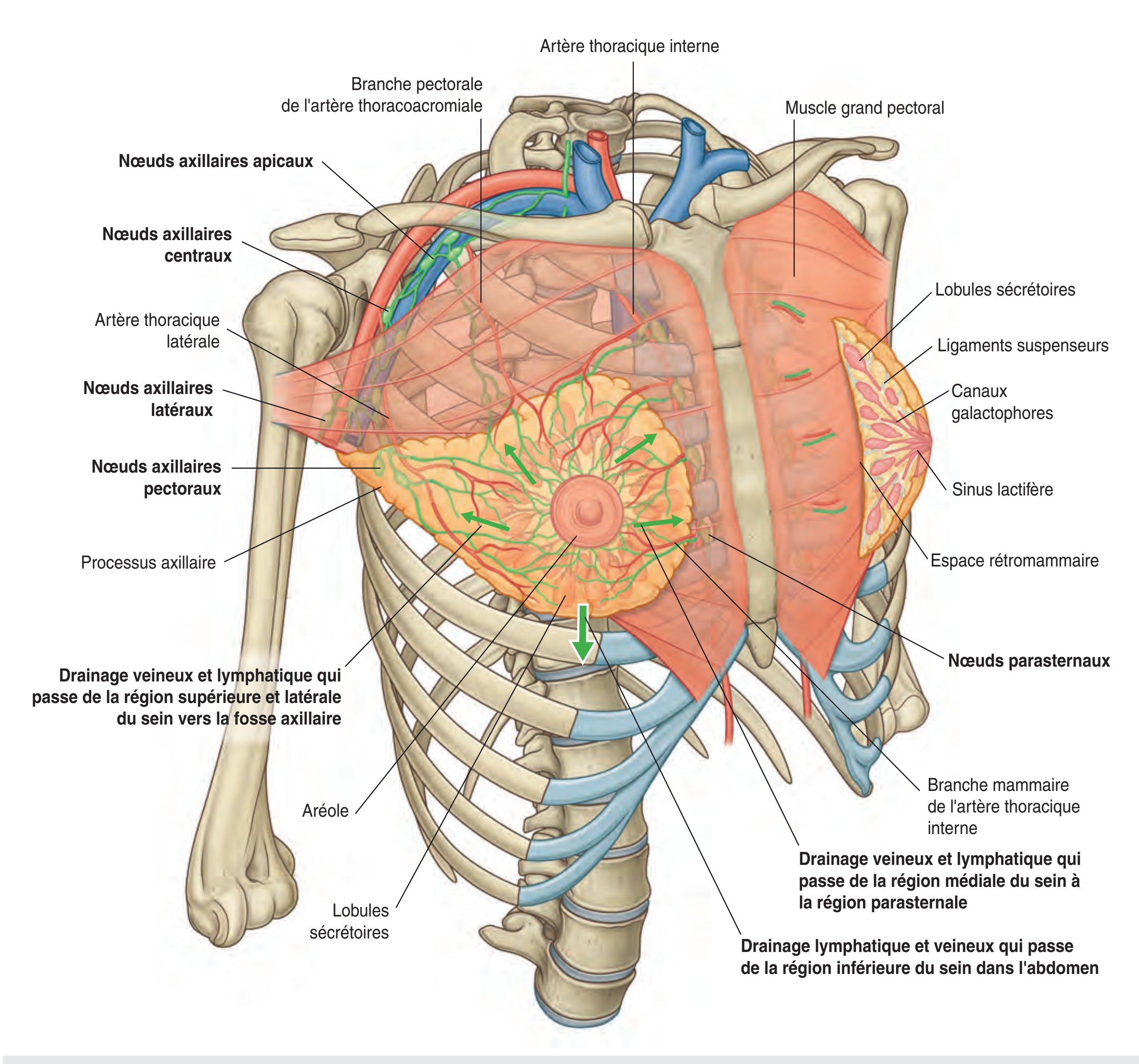


Figure 3.16 Seins.

Drainage lymphatique

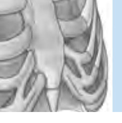
Le drainage lymphatique du sein est le suivant :

- les vaisseaux lymphatiques latéraux et supérieurs qui se drainent dans les **nœuds axillaires** en constituent environ 75 % (fig. 3.16) ;
- le reste du drainage se fait principalement dans les nœuds parasternaux qui sont situés à la face profonde de la paroi thoracique antérieure et associés à l'artère thoracique interne ;
- une petite partie du drainage se fait via les vaisseaux lymphatiques qui suivent les branches latérales des artères intercostales postérieures et qui sont connectés avec les nœuds intercostaux situés près de la tête et du col des côtes.

Les nœuds axillaires se drainent dans les troncs subclaviers, les nœuds parasternaux se drainent dans les troncs bronchomédiastinaux, et les nœuds intercostaux se drainent soit dans le conduit thoracique, soit dans les troncs bronchomédiastinaux.

Le sein chez l'homme

Le sein chez l'homme est rudimentaire et formé simplement de petits canaux qui, souvent, ne sont composés que de cordons cellulaires et qui ne s'étendent pas hors de l'aréole. Le cancer du sein peut se voir chez l'homme.



En clinique

Prolongement axillaire du sein
Il est important pour les cliniciens de se rappeler lorsqu'ils examinent le sein en pathologie que la région supérieure et latérale du sein peut se prolonger jusqu'au bord latéral du muscle grand pectoral et dans l'aisselle. Ce processus axillaire (prolongement axillaire) peut passer au travers du fascia profond et s'étendre en haut jusqu'au sommet de l'aisselle.

En clinique

Cancer du sein
Le cancer du sein est un des cancers les plus fréquents de la femme.

Le cancer du sein se développe à partir des cellules des lobes glandulaires, des canaux galactophores, ou des acinus. La croissance tumorale et son extension dépendent du site exact où débute le cancer.

Ces facteurs interviennent dans la réponse au traitement chirurgical, en radiothérapie et par chimiothérapie. Les tumeurs du sein s'étendent via les veines et les lymphatiques ou par extension directe.

Quand une patiente présente une boule dans le sein, le diagnostic de cancer peut être confirmé par biopsie et analyse histologique. Après cette confirmation, le clinicien devra évaluer le stade de la tumeur.

Le **stade de la tumeur** peut être défini par :

- la taille de la tumeur principale ;
- le site exact de la tumeur initiale ;
- le nombre et le site des ganglions lymphatiques envahis ;
- les organes que la tumeur peut avoir envahis.

Un scanner du corps peut être utilisé pour analyser l'envahissement des poumons (métastases pulmonaires), du foie (métastases hépatiques), ou de l'os (métastases osseuses).

Les examens complémentaires peuvent être une scintigraphie osseuse qui va permettre de repérer les métastases tumorales dans le squelette osseux et un TEP-scanner qui peut visualiser les foyers actifs de dissémination métastatique dans le corps.

Le drainage lymphatique du sein est complexe. Les vaisseaux lymphatiques vont aux nœuds axillaires, supraclaviculaires, parasternaux et même à des nœuds lymphatiques abdominaux aussi bien qu'au sein du côté opposé. Le contrôle des métastases nodulaires du cancer du sein est difficile, car la tumeur peut s'étendre à travers de nombreux groupes de nœuds lymphatiques.

L'obstruction du système lymphatique sous-cutanée et la croissance tumorale au niveau du tissu conjonctif ligamentaire du sein peuvent entraîner l'apparition d'une peau qui prend un aspect de **peau d'orange** sur la surface du sein. De plus, l'envahissement sous-cutané peut induire une manifestation rare des cancers du sein qui entraîne une texture dure de la peau (**cancer en cuirasse**).

Une mastectomie (ablation chirurgicale du sein) se traduit par une excision du tissu mammaire. En outre, le tissu axillaire de la poitrine doit être retiré jusqu'au niveau de la paroi médiale de la fosse axillaire. Le long de la paroi médiale de la fosse axillaire se trouve le nerf thoracique long. Les dommages de ce nerf peuvent entraîner une paralysie du muscle dentelé antérieur, ce qui provoque un signe typique de « scapula en aile » (scapula alata). Il est aussi possible de léser le nerf du muscle grand dorsal, et cela peut affecter l'extension, la rotation médiale et l'adduction de l'humérus.

Muscles de la région pectorale

Chaque région pectorale contient trois muscles : le muscle grand pectoral, le muscle petit pectoral et le muscle subclavier (fig. 3.17 et tableau 3.1). Ils s'insèrent tous sur la paroi thoracique antérieure et se terminent sur les os du membre supérieur.

Muscle grand pectoral

Le muscle **grand pectoral** est le plus grand et le plus superficiel des muscles de la région pectorale. Il est situé juste sous le sein dont il n'est séparé que par le fascia profond et par le tissu conjonctif de l'espace rétromammaire.

Le grand pectoral a une insertion large qui se situe sur la face antérieure de la moitié médiale de la clavicule, sur le sternum et sur les cartilages costaux. Les fibres musculaires convergent pour former un tendon plat, qui se termine sur la lèvre latérale du sillon interturberculaire de l'humérus.

Le muscle grand pectoral permet l'adduction, la flexion et la rotation médiale du bras.

Muscles subclavier et petit pectoral

Le muscle **subclavier** et le muscle **petit pectoral** sont situés sous le grand pectoral :

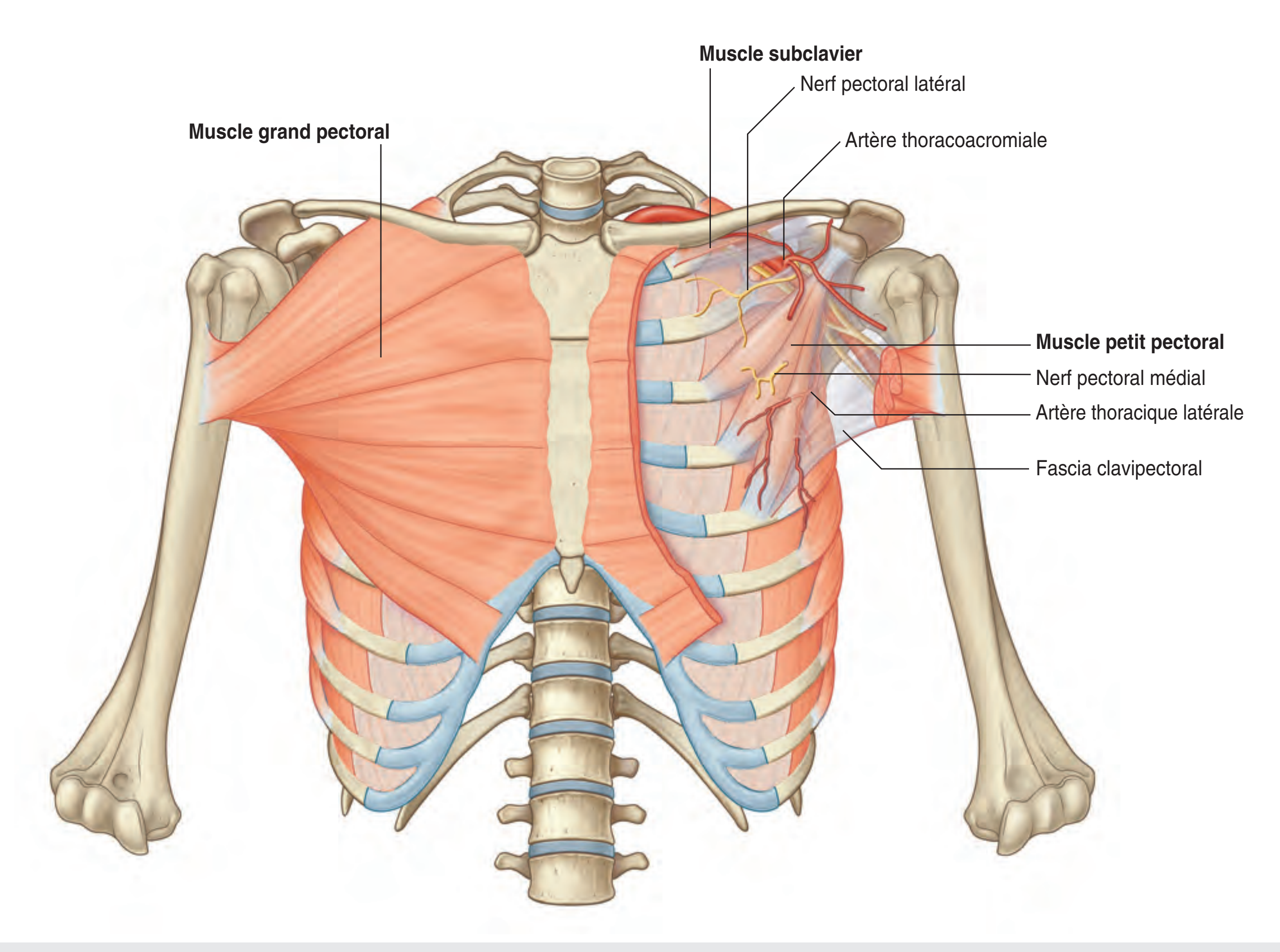


Figure 3.17 Muscles et fascia de la région pectorale.

Tableau 3.1 Muscles de la région pectorale.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Grand pectoral	Chef claviculaire : face antérieure de la moitié médiale de la clavicule ; chef sternocostal : face antérieure du sternum ; sept premiers cartilages costaux ; extrémité sternale des six premières côtes ; aponévrose oblique du muscle externe	Lèvre latérale du sillon intertuberculaire de l'humérus	Nerfs pectoraux latéraux et médiaux ; chef claviculaire (C5, C6) ; chef sternocostal (C6, C7, C8, T1)	Flexion, adduction et rotation médiale du bras au niveau de l'articulation glénohumérale ; chef claviculaire : flexion du bras en extension ; chef sternocostal : extension du bras fléchi
Subclavier	1re côte à la jonction entre côte et cartilage costal	Sillon à la face inférieure du tiers moyen de la clavicule	Nerf du subclavier (C5, C6)	Abaisse l'épaule ; attire la clavicule médialement pour stabiliser l'articulation sternoclaviculaire ; abaisse le moignon de l'épaule
Petit pectoral	Face antérieure et bord supérieur des 3e, 4e et 5e côtes ; fascias profonds des espaces intercostaux concernés	Processus coracoïde de la scapula (bord médial et face supérieure)	Nerf pectoral médial (C6, C7, C8)	Abaisseur de l'épaule et antépulseur de la scapula

- le muscle subclavier est petit et passe latéralement de la partie antérieure et médiale de la 1re côte à la face inférieure de la clavicule ;
- le muscle petit pectoral chemine de la surface antérieure des 3e à 5e côtes et jusqu'au processus coracoïde de la scapula.

Les muscles subclavier et petit pectoral abaissent l'épaule.

Un prolongement du fascia profond, le **fascia clavipectoral**, englobe les muscles subclavier et petit pectoral, et relie la clavicule au plancher de la fosse axillaire.

Les muscles de la région pectorale forment la paroi antérieure de la fosse axillaire, une région entre le membre supérieur et le cou à travers laquelle passent les principales structures du membre supérieur. Les nerfs, les vaisseaux et les lymphatiques qui passent de la région pectorale à la région axillaire traversent le fascia clavipectoral entre les muscles petit pectoral et subclavier, ou passent sous le bord inférieur des muscles grand et petit pectoral.



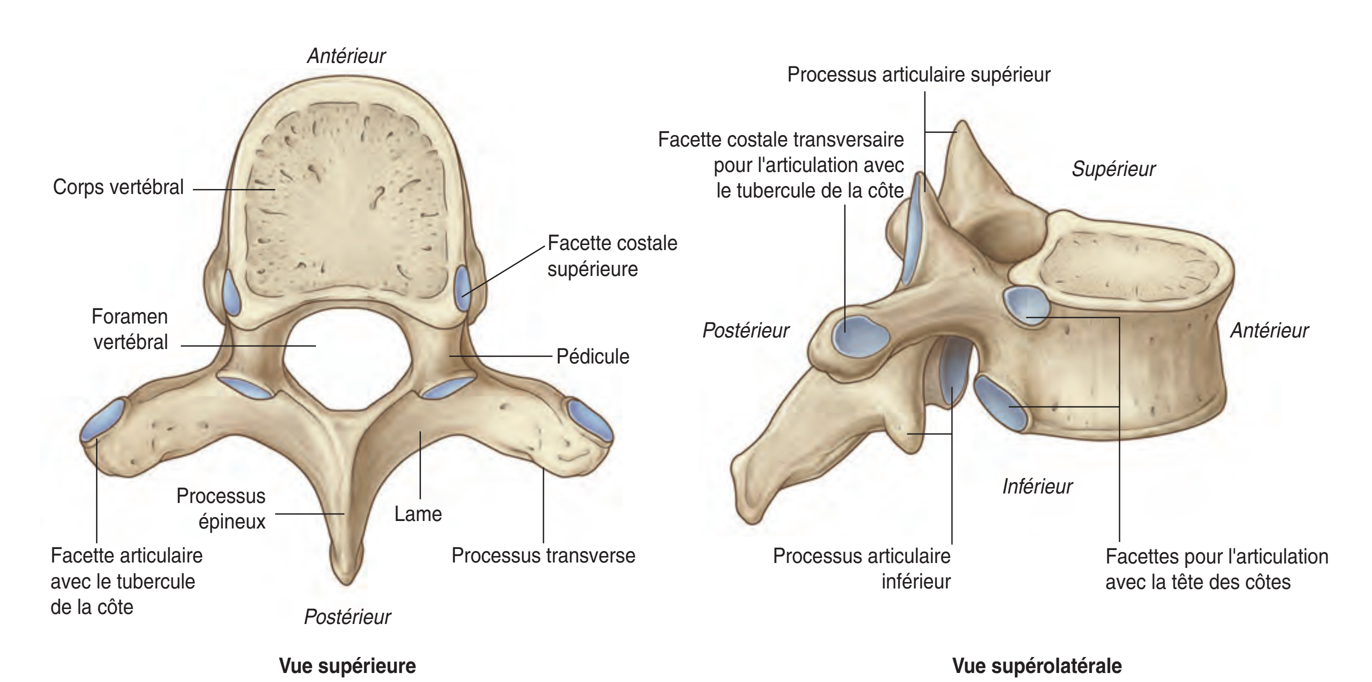


Figure 3.18 Vertèbre thoracique typique.

PAROI THORACIQUE

La paroi thoracique est formée d'éléments musculaires et squelettiques, et elle a une organisation segmentaire. Elle s'étend entre :

- l'ouverture thoracique supérieure formée par la vertèbre TI, la 1re côte et le manubrium sternal ;
- l'ouverture thoracique inférieure formée par la vertèbre TXII, la 12e côte et l'extrémité de la 11e côte, le rebord costal et le processus xiphoïde du sternum.

Architecture squelettique

Les éléments squelettiques de la paroi thoracique sont représentés par les vertèbres thoraciques, les disques intervertébraux, les côtes et le sternum.

Vertèbres thoraciques

Il existe 12 **vertèbres thoraciques**, qui sont caractérisées par leur articulation avec les côtes.

Vertèbre thoracique typique

Une vertèbre thoracique typique a un **corps vertébral** en forme de cœur, avec à peu près les mêmes dimensions dans une direction transverse et antéropostérieure, et un processus épineux long (fig. 3.18). Le **foramen vertébral** est généralement circulaire et les **lames** sont larges et se chevauchent avec celles des vertèbres situées en dessous. Les **processus articulaires supérieurs** sont plats, avec leurs surfaces articulaires orientées directement vers l'arrière, alors que les **processus articulaires inférieurs** prolongeant les lames ont des facettes articulaires dirigées vers l'avant. Les **processus transverses** se projettent postérolatéralement.

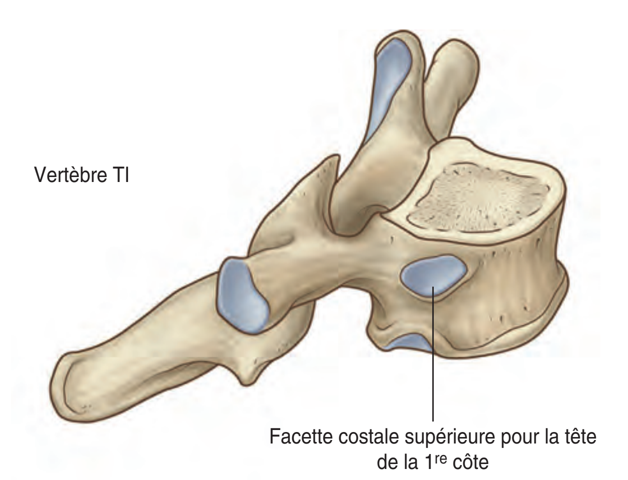
Articulation avec les côtes

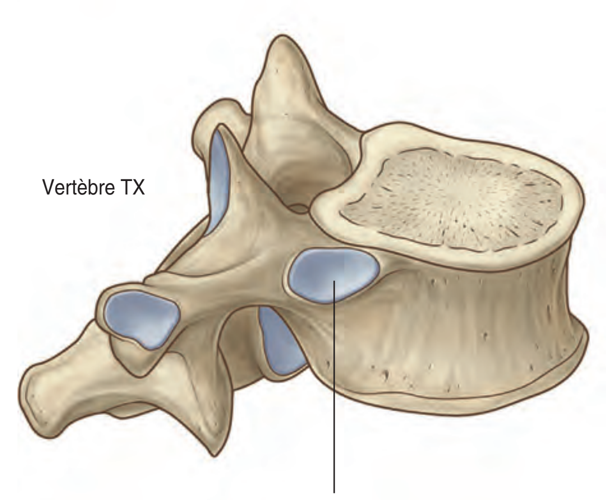
Une vertèbre thoracique typique possède trois facettes sur chaque côté des vertèbres pour l'articulation avec les côtes :

- deux facettes (facettes partielles) qui sont localisées sur les parties supérieures et inférieures du corps vertébral et qui correspondent aux sites s'articulant avec la tête de la côte adjacente. La **facette costale supérieure** s'articule avec la tête de sa propre côte, alors que la **facette costale inférieure** s'articule avec une partie de la tête de la côte située en dessous ;
- une facette ovale (**facette costale transversaire**) à l'extrémité du processus transverse qui s'articule avec le tubercule de sa côte.

Toutes les vertèbres ne s'articulent pas avec les côtes de la même façon (fig. 3.19) :

- les facettes costales supérieures sur le corps de la vertèbre TI sont complètes et s'articulent chacune avec la facette de la tête de la 1re côte correspondante – en d'autres termes, la tête de la 1re côte ne s'articule pas avec la vertèbre CVII ;
- de manière similaire, la vertèbre TX (et souvent la vertèbre TIX) s'articule seulement avec ses propres côtes, et ne possède donc pas de facette inférieure sur son corps ;
- les vertèbres TXI et TXII s'articulent seulement avec les têtes de leurs côtes – elles ne possèdent pas de facettes articulaires sur le processus transverse et ont seulement une facette articulaire sur chaque côté de leur corps vertébral.





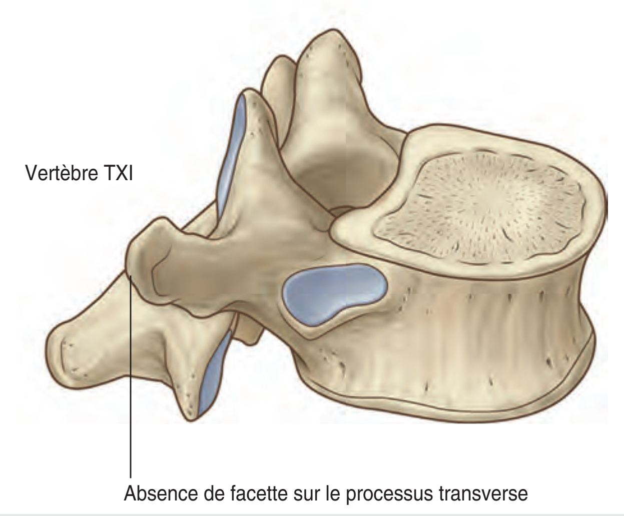


Figure 3.19 Vertèbre thoracique typique.

Côtes

Il existe 12 paires de côtes, chacune se terminant en avant par un cartilage costal (fig. 3.20).

Chaque côte s'articule avec la colonne vertébrale. Seules les sept premières côtes sont décrites comme des **vraies côtes**, car leurs cartilages costaux s'articulent directement avec le sternum. Les cinq autres paires de côtes sont appelées **fausses côtes** :

- les cartilages costaux des 8e, 9e et 10e côtes s'articulent en avant avec le cartilage costal des côtes sus-jacentes ;
- les 11e et 12e côtes n'ont pas de connexion antérieure avec les autres côtes ou avec le sternum, et sont souvent appelées **côtes flottantes**.

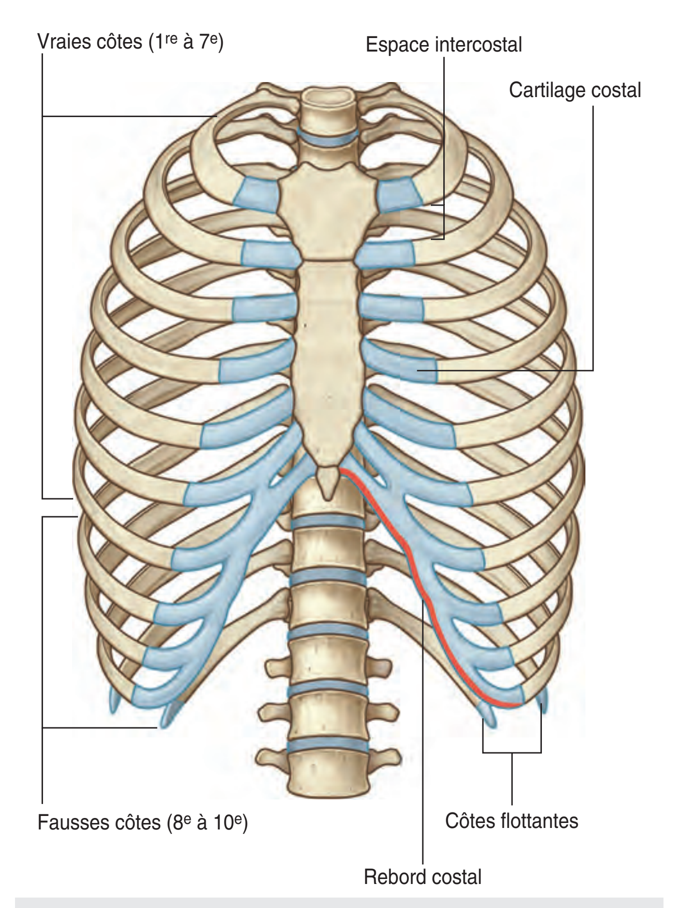


Figure 3.20 Côtes.

Une côte typique a une forme courbée avec deux extrémités : une postérieure et une antérieure (fig. 3.21). L'extrémité antérieure se prolonge par le cartilage costal. L'extrémité postérieure s'articule avec la colonne vertébrale et est caractérisée par une tête, un col et un tubercule.

La **tête** a une forme allongée et présente habituellement deux surfaces articulaires séparées par une **crête**. La petite surface supérieure s'articule avec la facette costale inférieure située sur le corps de la vertèbre sus-jacente. La facette articulaire inférieure s'articule avec la facette costale supérieure de la vertèbre correspondante.

Le **col** est une région courte et plate qui sépare la tête du tubercule.

Le **tubercule** est développé en arrière de la jonction entre le col et le corps de la côte, et est formé de deux zones, une partie articulaire et une partie non articulaire :

- la partie articulaire est médiale et possède une facette ovale pour l'articulation avec la facette du processus transverse de la vertèbre correspondante ;
- la partie non articulaire est rugueuse, et elle correspond à l'insertion des ligaments.

Le corps est généralement fin et plat avec deux surfaces, une interne et une externe.

Le bord supérieur et lisse et arrondi, alors que le bord inférieur est plus saillant. Le corps s'incurve en avant juste en dehors du tubercule au niveau d'un site appelé l'**angle**. Le corps a aussi une petite torsion autour de son axe longitudinal, de telle sorte que la face externe de la partie antérieure du corps regarde un peu plus vers le haut que la partie postérieure. Le bord inférieur de la face interne est marqué par un sillon bien visible appelé le **sillon costal**.

Caractères particuliers des côtes les plus hautes et les plus basses

Les côtes extrêmes ont des caractères particuliers (fig. 3.22).

1re côte

La **1re côte** est plate dans un plan horizontal et a deux larges surfaces supérieure et inférieure. À partir de son articulation avec la vertèbre TI, elle est oblique ensuite vers le bas jusqu'à sa jonction avec le manubrium sternal. La tête s'articule

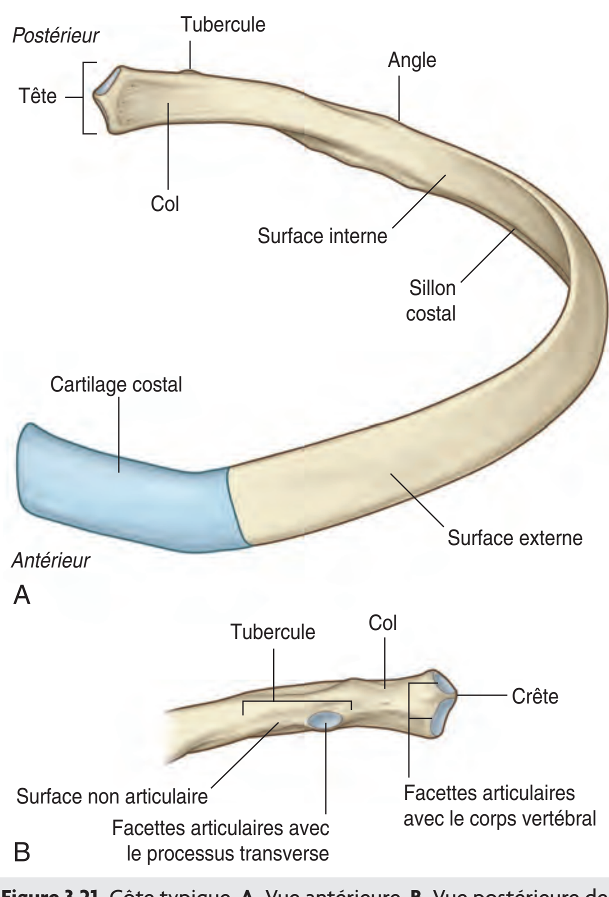


Figure 3.21 Côte typique. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérieure de la partie proximale de la côte.

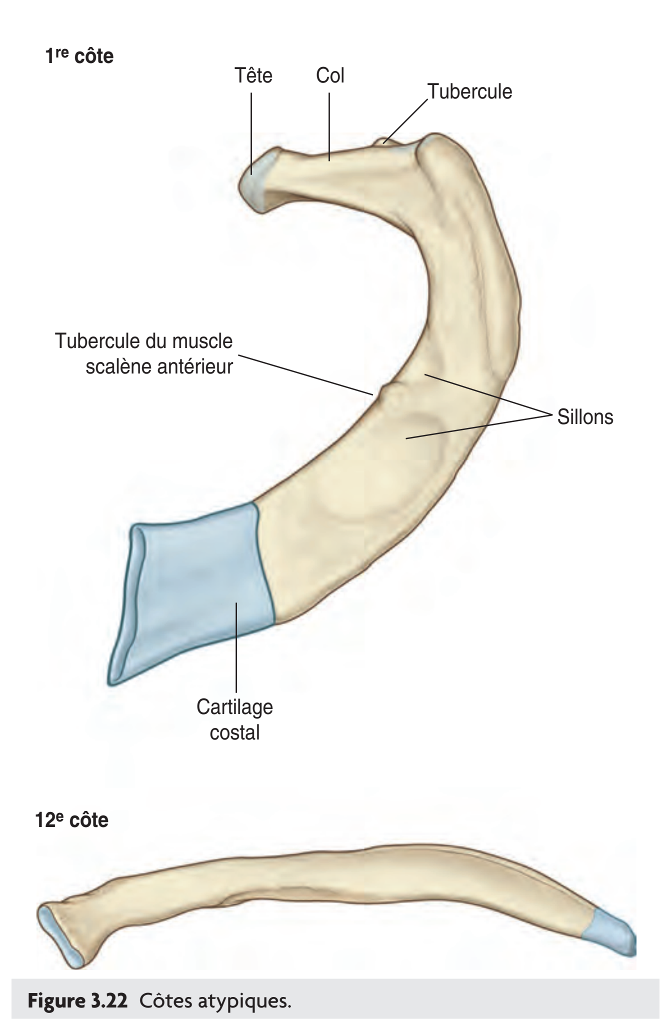


Figure 3.22 Côtes atypiques.

seulement avec le corps de la vertèbre TI, et ne possède donc qu'une surface articulaire. Comme les autres côtes, le tubercule a une facette pour son articulation avec le processus transversaire. La surface supérieure de la côte est caractérisée par la présence d'un tubercule distinct, le **tubercule du scalène antérieur**, qui sépare deux sillons lisses croisant la côte approximativement au milieu du corps. Le sillon antérieur correspond au passage de la veine subclavière, et le sillon postérieur à celui de l'artère subclavière. En avant et en arrière de ce sillon, le corps présente un aspect rugueux qui correspond aux insertions de muscles et de ligaments.

2e côte

La **2e côte**, comme la 1re côte, est plate mais deux fois plus longue. Elle s'articule avec la colonne vertébrale de la même manière que les côtes typiques.

10e côte

La tête de la **10e côte** a une facette unique qui s'articule avec sa propre vertèbre.

11e et 12e côtes

Les **11e** et **12e côtes** s'articulent avec le corps de leurs propres vertèbres et n'ont pas de tubercule ni de col. Ces deux côtes sont courtes, ont une petite courbure et sont dirigées vers l'avant.

Sternum

Le **sternum** adulte est formé de trois éléments principaux : sur la partie supérieure se trouve le manubrium sternal, large ; vient ensuite le corps, plus étroit et allongé ; enfin, on trouve à l'extrémité inférieure le petit processus xiphoïde (fig. 3.23).

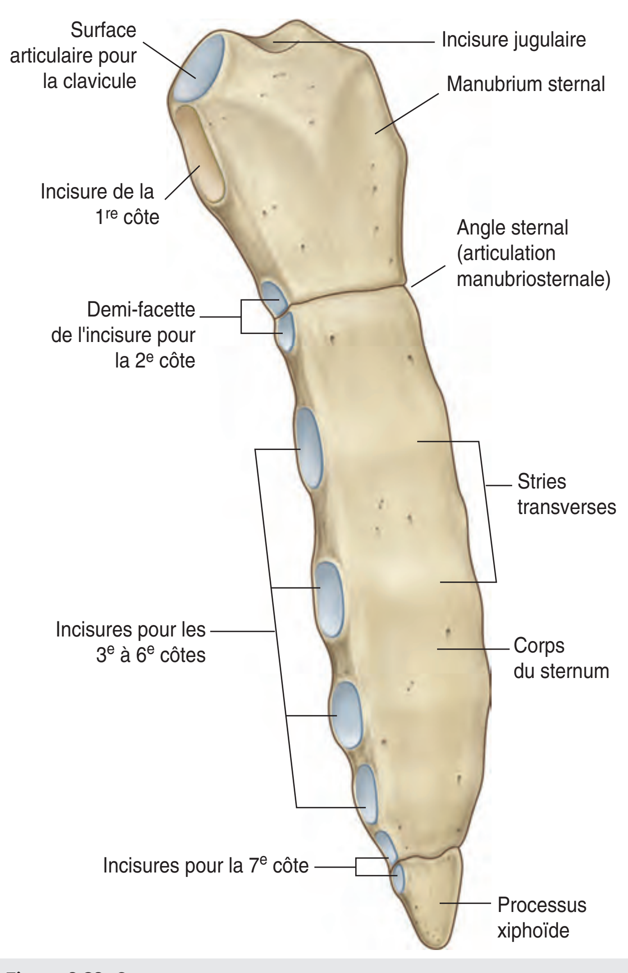


Figure 3.23 Sternum.

Manubrium sternal

Le **manubrium sternal** fait partie de l'architecture squelettique du cou et du thorax.

La surface supérieure du manubrium se prolonge latéralement et possède une incisure distincte et palpable, l'**incisure jugulaire** (ou **incisure suprasternale**), située sur la ligne médiane. De chaque côté de cette incisure, il existe une grande fosse ovale qui correspond à la surface articulaire avec la clavicule. Juste en dessous de cette fosse, sur le bord latéral du manubrium, se trouve la facette d'insertion du premier cartilage costal. À la partie la plus basse de l'extrémité latérale se trouve une demi-facette qui correspond à la moitié supérieure de l'extrémité antérieure du deuxième cartilage costal.

Corps du sternum

Le **corps du sternum** est plat.

La face antérieure du corps du sternum est souvent marquée par des stries transverses qui représentent les lignes de fusion entre les éléments segmentaires appelés sternèbres, et qui correspondent au développement embryologique du sternum.

Les bords latéraux du corps du sternum possèdent des surfaces, les incisures costales, qui reçoivent les cartilages costaux. En haut, chaque bord latéral présente une demi-facette qui reçoit la moitié inférieure du cartilage costal de la 2e côte. En dessous de cette demi-facette, on trouve quatre facettes qui reçoivent les cartilages costaux des 3e, 4e, 5e et 6e côtes.

Au niveau de la partie inférieure du corps du sternum, une demi-facette reçoit la moitié supérieure du cartilage costal de la 7e côte. L'extrémité inférieure du corps du sternum est attachée au processus xiphoïde.

Processus xiphoïde

Le **processus xiphoïde** est la plus petite partie du sternum. Sa forme est variable : elle peut être large, pointue, étroite, bifide, courbée ou perforée. Chez l'enfant, cette partie est cartilagineuse ; elle commence à s'ossifier chez l'adulte. Sur chaque côté de ses rebords latérosupérieurs se trouve une demi-facette pour l'articulation avec l'extrémité inférieure du 7e cartilage costal.

Articulations

Articulations costovertébrales

Une côte typique s'articule avec :

- le corps de sa vertèbre adjacente par l'intermédiaire de la tête de la côte ;
- le processus transverse de la même vertèbre, par l'intermédiaire de l'**articulation costotransversaire** (fig. 3.24).

Les articulations costovertébrales et les ligaments associés permettent aux cols de chaque côte d'effectuer une rotation autour de leurs axes longitudinaux, surtout au niveau des côtes supérieures, ou d'effectuer des mouvements d'élévation et d'abaissement par rapport à la colonne vertébrale, qui concernent surtout les côtes basses. Les mouvements combinés des côtes par rapport à la colonne vertébrale sont essentiels pour modifier les volumes de la cage thoracique pendant la respiration.

Articulation avec la tête de la côte

Les deux facettes de la tête de la côte s'articulent avec la facette supérieure du corps de la vertèbre correspondante, et avec la facette inférieure du corps de la vertèbre sus-jacente. Cette articulation est divisée en deux compartiments synoviaux séparés par un ligament intra-articulaire, qui s'insère sur la crête du disque intervertébral adjacent et sépare les deux surfaces articulaires de la tête de la côte. Les deux compartiments synoviaux et le ligament sont entourés d'une capsule articulaire unique qui s'insère sur les marges externes des surfaces articulaires de la tête et de la colonne vertébrale.

Articulations costotransversaires

Les **articulations costotransversaires** sont des articulations synoviales situées entre le tubercule de la côte et le processus transverse de la vertèbre correspondante (fig. 3.24). La capsule qui entoure chaque articulation est fine. L'articulation est stabilisée par deux solides ligaments extracapsulaires qui s'étendent entre le processus transverse et la côte sur les faces médiale et latérale de l'articulation.

- Le **ligament costotransversaire** est à la face médiale de l'articulation, et solidarise le col de la côte au processus transverse.
- Le **ligament costotransversaire latéral** est latéral à l'articulation et se tend entre la pointe du processus transverse jusqu'à la zone rugueuse non articulaire du tubercule de la côte.

Un troisième ligament, le **ligament costotransversaire supérieur** s'insère sur la surface supérieure du col de la côte et se prolonge jusqu'au niveau du processus transverse de la vertèbre sus-jacente.

Ligament costotransversaire supérieur
Capsule articulaire
Côte
Vertèbre
Disque intervertébral
Ligament intra-articulaire
Vertèbre
Cavités articulaires
Articulation avec le corps vertébral
Articulation costotransversaire
Vue supérolatérale
Ligament costotransversaire
Ligament costotransversaire latéral
Vue supérieure

Figure 3.24 Articulations costotransversaires.

Les articulations costotransversaires autorisent de petits mouvements de glissement.

Articulations sternocostales

Les articulations sternocostales sont les articulations entre les sept premiers cartilages costaux et le sternum (fig. 3.25).

L'articulation entre la 1re côte et le manubrium n'est pas une articulation synoviale ; elle est composée d'une connexion fibrocartilagineuse entre le manubrium et le cartilage costal. Les deuxième à septième articulations sont synoviales et possèdent une capsule fine renforcée par des ligaments sternocostaux.

L'articulation entre le deuxième cartilage costal et le sternum est divisée en deux compartiments par un ligament intra-articulaire. Ce ligament s'insère sur le deuxième cartilage costal à la jonction entre le manubrium et le corps du sternum.

Articulations interchondrales

On retrouve des articulations interchondrales entre les cartilages costaux des côtes adjacentes (fig. 3.25), principalement entre les cartilages costaux des 7e, 8e, 9e et 10e côtes, mais aussi entre les cartilages costaux des 5e et 6e côtes.

Ces articulations interchondrales permettent un ancrage indirect avec le sternum et contribuent à la formation d'un rebord costal inférieur lisse. Elles sont habituellement synoviales, et leur fine capsule fibreuse est renforcée par des ligaments interchondraux.

Articulations manubriosternale et xiphosternale

Les articulations entre le manubrium et le corps du sternum et entre le corps du sternum et le processus xiphoïde sont habituellement des symphyses (fig. 3.25). Seuls de petits mouvements

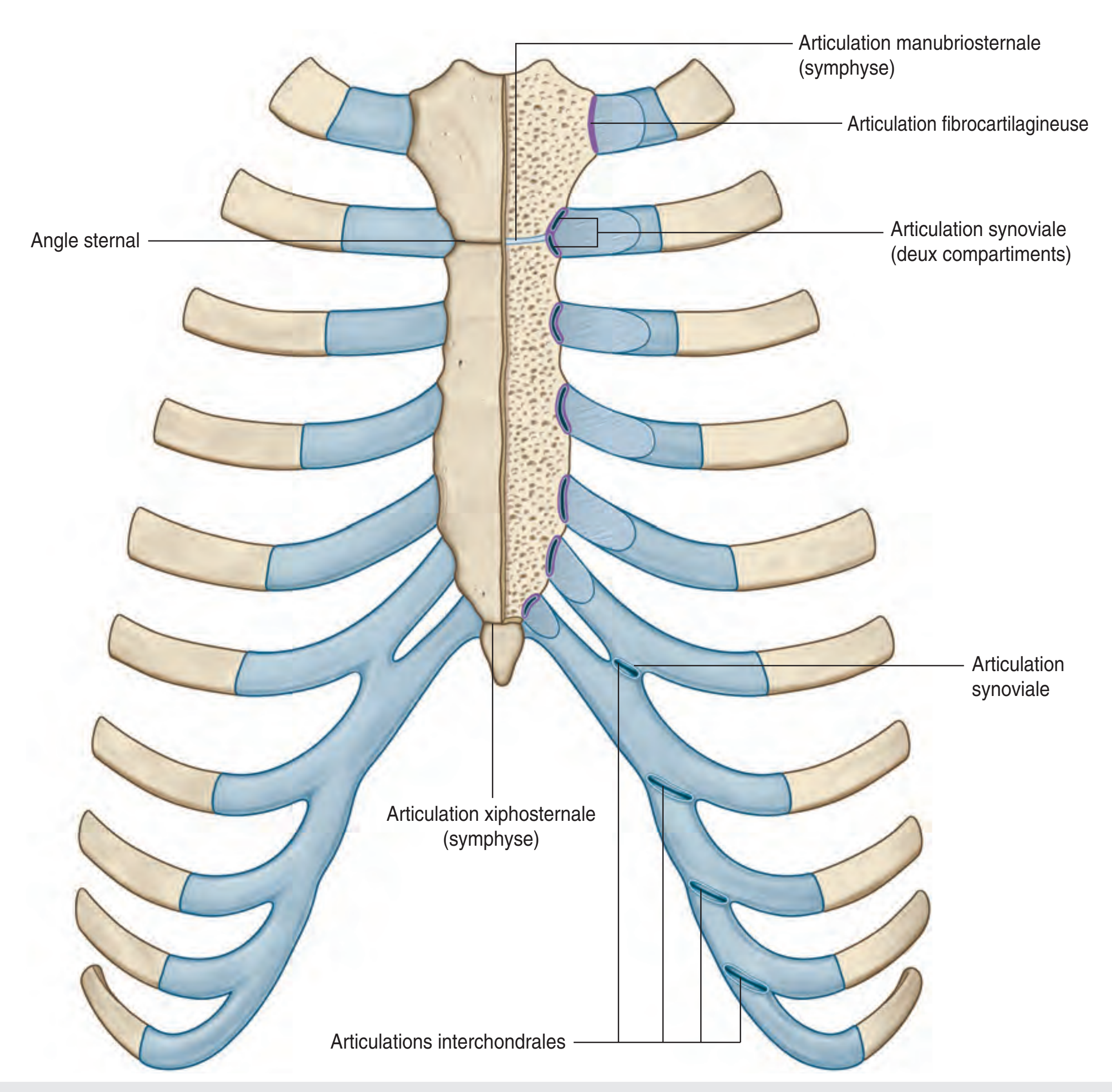
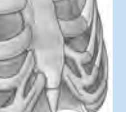


Figure 3.25 Articulations sternocostales.



angulaires sont possibles entre le manubrium et le corps du sternum pendant la respiration. L'articulation entre le corps du sternum et le processus xiphoïde s'ossifie souvent avec l'âge.

L'une des caractéristiques cliniques de l'articulation manubriosternale est qu'elle peut être facilement palpable. Cela est possible parce que le manubrium a normalement une angulation postérieure par rapport au corps du sternum, formant l'angle sternal, important d'un point de vue clinique. Ce relief marque la localisation de l'articulation entre la 2e côte et le sternum. La 1re côte n'est pas palpable car elle suit le bord inférieur de la clavicule et est entourée des tissus de la base du cou. Aussi, la 2e côte est utilisée comme référence pour compter les côtes car elle peut être palpée latéralement à l'angle sternal.

De plus, l'angle sternal est dans un plan horizontal qui passe à travers le disque intervertébral situé entre les vertèbres TIV et TV (voir fig. 3.10). Ce plan sépare le médiastin supérieur du médiastin inférieur et marque la limite supérieure du péricarde. Le plan passe aussi par la terminaison de l'aorte ascendante et le début de l'arc aortique, l'aorte descendante, la fin de l'arc aortique et le début de l'aorte thoracique, la bifurcation trachéale, et juste au-dessous du tronc pulmonaire (voir fig. 3.79 et fig. 3.86).

Espaces intercostaux

Les **espaces intercostaux** se situent entre les côtes adjacentes et sont comblés par les muscles intercostaux (fig. 3.26).

Les nerfs intercostaux, les artères et veines associées cheminent dans le **sillon costal** le long du bord inférieur de la côte supérieure, et passent dans un plan entre les deux muscles les plus profonds de l'espace.

Dans chaque espace, la veine est la structure supérieure et est située dans la position la plus haute dans le sillon costal. L'artère est en dessous de la veine, et le nerf est inférieur à l'artère et souvent non protégé par le sillon. Ainsi, le nerf est la structure la plus en danger quand des instruments perforent la partie supérieure de l'espace intercostal. De petits rameaux des nerfs intercostaux principaux et des vaisseaux intercostaux sont souvent présents au-dessus de la côte sous-jacente.

En clinique

Côtes cervicales

Des côtes cervicales sont présentes chez environ 1 % de la population.

Une côte cervicale est une côte accessoire qui s'articule avec la vertèbre CVII ; son extrémité antérieure s'insère sur le bord supérieur de la face antérieure de la 1re côte.

Les radiographies standard permettent d'objectiver les côtes cervicales comme de petites structures en forme de corne (voir eFig. 3.116).

Une petite bande fibreuse s'étendant de la pointe antérieure de la petite côte cervicale à la 1re côte peut réaliser une « bride cervicale » non visualisée à la radiographie et souvent négligée par les cliniciens. Chez les patients qui présentent des côtes cervicales et des brides cervicales, les structures qui passent normalement au-dessus de la 1re côte (voir fig. 3.7) sont surélevées et passent au-dessus de la côte cervicale et de la bride.

Cliniquement, le terme de « syndrome du défilé thoracique » est utilisé pour décrire les symptômes qui résultent de la compression anormale des nerfs du plexus brachial au niveau de leur passage au-dessus de la 1re côte et à travers l'ouverture axillaire du membre supérieur. Le rameau antérieur de T1 passe au-dessus de l'ouverture thoracique supérieure pour rejoindre le plexus brachial. La bande cervicale issue de la côte cervicale est une des causes les plus fréquentes de syndrome du défilé thoracique par une compression liée à un étirement vers le haut des composants inférieurs du plexus brachial au niveau de leur passage au-dessus de la bande cervicale et de la 1re côte.

En clinique

Ponction sternale de moelle osseuse

La position sous-cutanée du sternum en fait un site préférentiel pour le prélèvement de moelle osseuse. Une forte aiguille doit traverser l'épaisse corticale antérieure et ponctionner dans la cavité médullaire sternale. Une fois l'aiguille en position, la moelle osseuse peut être aspirée. L'analyse de cette ponction au microscope va aider les cliniciens à faire le diagnostic de certaines maladies sanguines comme les leucémies.

En clinique

Fractures de côte

Les fractures de côte simples ont peu de conséquences si ce n'est l'extrême douleur qu'elles provoquent.

Après un traumatisme thoracique sévère, des côtes peuvent être cassées en deux ou plusieurs endroits. Si plusieurs côtes sont fracturées en deux endroits, il peut exister un segment libre de la paroi thoracique, que l'on nomme un **volet costal**. Quand le patient prend une inspiration profonde, le volet costal bouge dans une direction opposée à la paroi thoracique, et empêche l'expansion totale du poumon, et crée un mouvement paradoxal. Si une grande portion de la paroi est atteinte, la ventilation peut être insuffisante et une ventilation assistée peut être nécessaire jusqu'à ce que les côtes soient consolidées.

En profondeur par rapport aux espaces intercostaux, aux côtes et aux structures qui recouvrent la plèvre, se trouve une couche de tissu conjonctif appelé le **fascia endothoracique** qui contient une quantité variable de graisse.

À la superficie des espaces intercostaux, se trouvent le fascia profond, le fascia superficiel et la peau. Les muscles destinés aux membres supérieurs et au dos recouvrent ces espaces.

Muscles

Les muscles de la paroi thoracique sont formés par ceux qui sont situés dans les espaces intercostaux, ceux qui sont tendus entre les côtes et le sternum, et ceux qui se tendent entre différentes côtes (tableau 3.2).

Les muscles de la paroi thoracique, avec les muscles qui se tendent entre les vertèbres et les côtes en arrière (muscles

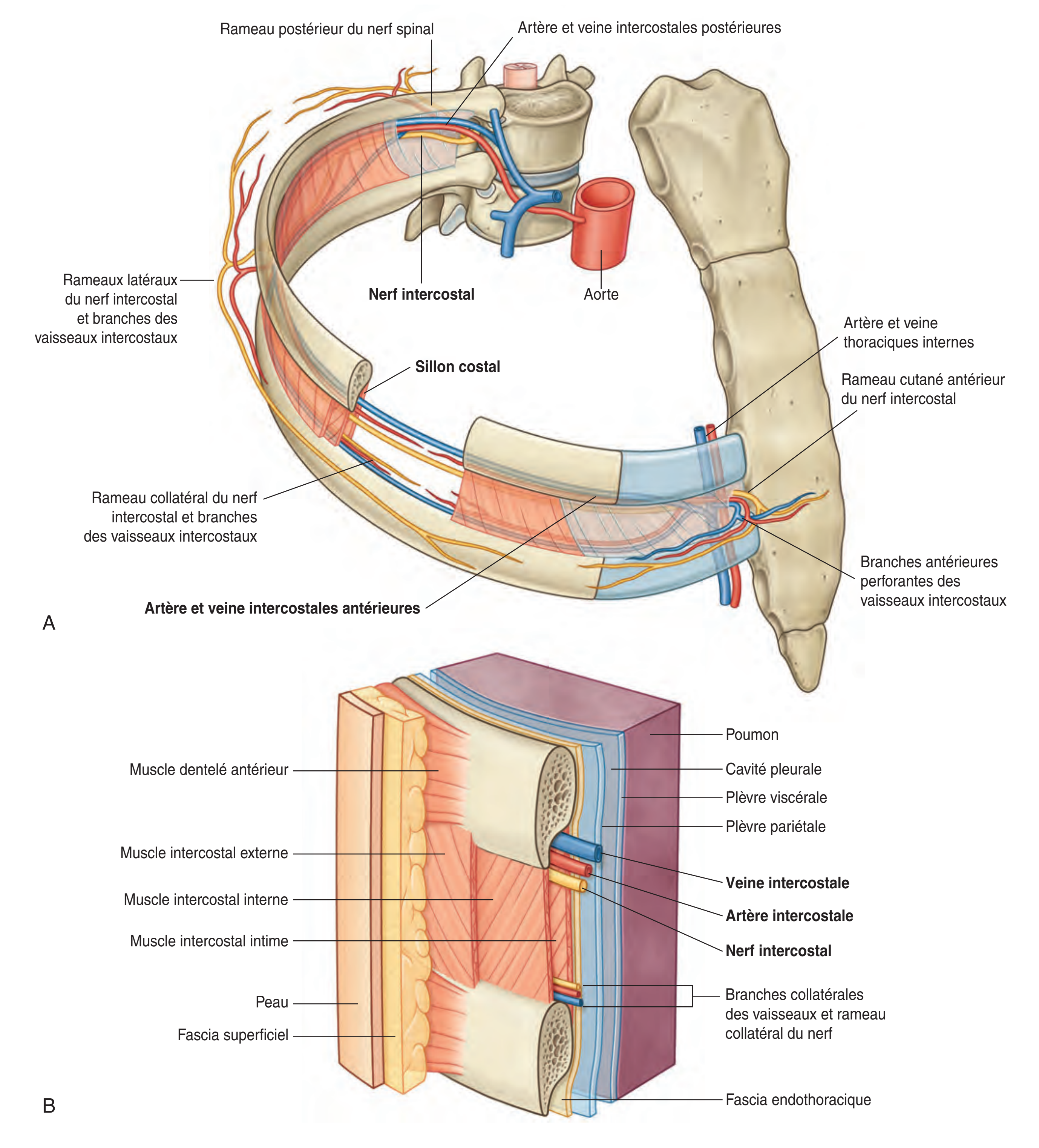
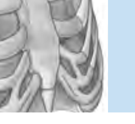


Figure 3.26 Espace intercostal. **A.** Vue antérolatérale **B.** Détails d'un espace intercostal et de ses rapport. Espace intercostal.



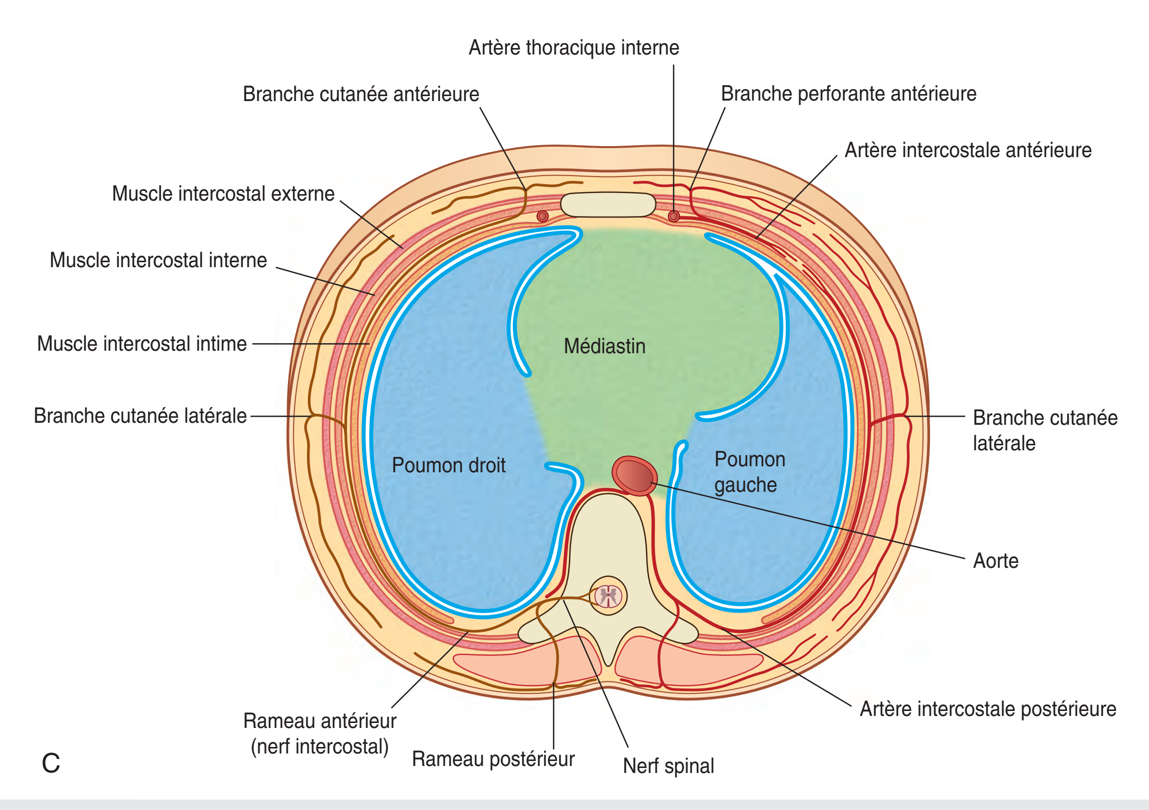


Figure 3.26 Suite. **C.** Coupe transverse.

élévateur de côte, **dentelé postérieur et supérieur**, **dentelé postérieur et inférieur**) modifient la position des côtes et du sternum et, ainsi, changent le volume thoracique pendant la respiration. Ils renforcent aussi la paroi thoracique.

Muscles intercostaux

Les **muscles intercostaux**, formés de trois couches, se trouvent dans chaque espace intercostal entre deux côtes adjacentes (fig. 3.27). Chaque muscle dans ce groupe est nommé en fonction de sa position :

- les muscles intercostaux externes sont les plus superficiels ;
- les muscles intercostaux internes sont situés entre les muscles externes superficiels et les muscles intercostaux intimes les plus profonds ;
- les muscles intercostaux intimes sont les plus profonds des trois muscles intercostaux.

Tableau 3.2 Muscles de la paroi thoracique.

Muscle	Insertion supérieure	Insertion inférieure	Innervation	Fonction
Intercostal externe	Bord inférieur de la côte sus-jacente	Bord supérieur de la côte sous-jacente	Nerfs intercostaux T1–T11	Plus actif durant l'inspiration ; il comble l'espace intercostal et élève les côtes
Intercostal interne	Bord latéral du sillon costal de la côte sus-jacente	Bord supérieur de la côte sous-jacente, en profondeur par rapport à l'insertion du muscle intercostal externe	Nerfs intercostaux T1–T11	Plus actif durant l'expiration ; il renforce l'espace intercostal et abaisse la côte
Intercostal intime	Bord médial du sillon costal de la côte sus-jacente	Face interne du bord supérieur de la côte sous-jacente	Nerfs intercostaux T1–T11	Agit avec le muscle intercostal interne
Subcostal	Face interne (près de l'angle) des côtes inférieures	Face interne de la 2e ou de la 3e côte en dessous	Nerfs intercostaux associés	Abaisse les côtes
Transverse du thorax	Bords inférieurs et faces internes des 2e au 6e cartilages costaux	Partie inférieure de la face profonde du corps du sternum, processus xiphoïde et cartilages costaux des 4e, 5e, 6e et 7e côtes	Nerfs intercostaux associés	Abaisse les cartilages costaux vers le sternum et le processus xiphoïde

Les muscles intercostaux sont innervés par les nerfs intercostaux de l'espace intercostal correspondant. Cet ensemble des muscles intercostaux constitue une structure de soutien des espaces intercostaux durant les mouvements respiratoires. Ils peuvent aussi mobiliser les côtes.

Muscles intercostaux externes

Les 11 paires de **muscles intercostaux externes** s'étendent des bords inférieurs (bords latéraux des sillons costaux) des côtes situées au-dessus jusqu'aux bords supérieurs des côtes situées au-dessous. Quand la paroi thoracique est vue en position latérale, les fibres musculaires sont obliques avec un axe antéro-inférieur (fig. 3.27). Les muscles s'étendent autour de la paroi thoracique de la région du tubercule de la côte jusqu'aux cartilages costaux ; chaque couche se prolonge comme une fine bande de tissu aponévrotique appelée **membrane intercostale externe**. Les muscles intercostaux externes sont plus actifs lors de l'inspiration.

Muscles intercostaux internes

Les 11 paires de **muscles intercostaux internes** s'étendent entre le rebord inférolatéral du sillon costal inférieur de la côte située au-dessus jusqu'au bord supérieur de la côte située en dessous. Ils s'étendent de la région parasternale, où les muscles cheminent entre les cartilages costaux adjacents et l'angle de la côte en arrière (fig. 3.27). Cette couche se poursuit médialement jusqu'à la colonne vertébrale, dans chaque espace intercostal, et est connue sous le terme de **membrane intercostale interne**. Les fibres musculaires ont une direction opposée à celle des muscles intercostaux externes. Quand la paroi thoracique est vue latéralement, les fibres musculaires passent obliquement avec une direction postéro-inférieure. Les muscles intercostaux internes sont plus actifs lors de l'expiration.

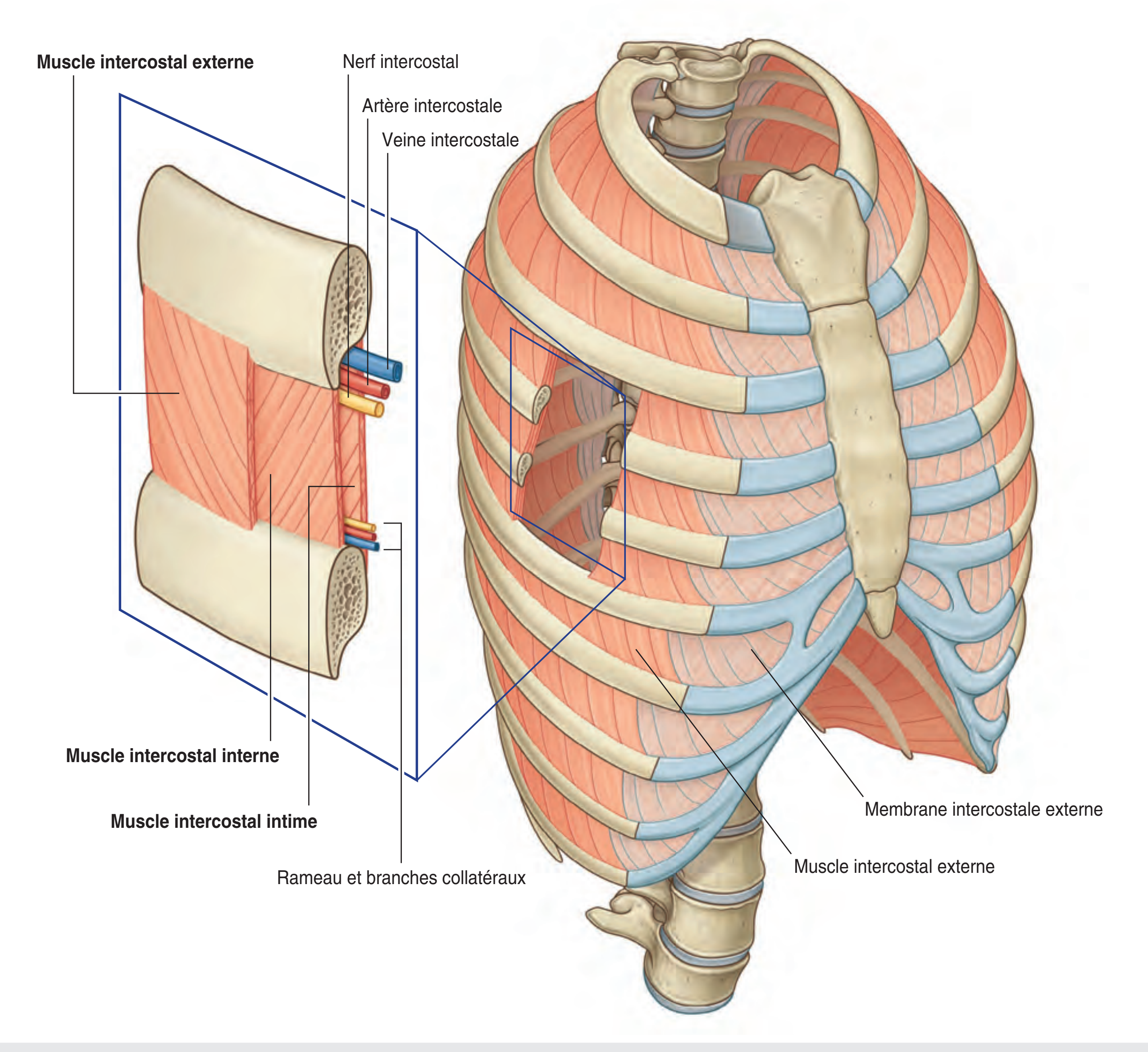
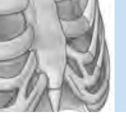


Figure 3.27 Muscles intercostaux.



Muscles intercostaux intimes

Les **muscles intercostaux intimes** représentent la couche la moins distincte de muscles intercostaux. Ils ont des fibres qui ont la même orientation que les muscles intercostaux internes (fig. 3.27). Ces muscles sont plus nets sur la partie latérale de la paroi thoracique. Ils s'étendent entre les faces profondes des côtes adjacentes, depuis le bord médial du sillon costal à la face profonde de la côte inférieure. D'importantes structures vasculaires et nerveuses associées aux espaces intercostaux cheminent autour de la paroi thoracique dans le sillon costal, dans le plan entre les muscles intercostaux internes et intimes.

Muscles subcostaux

Les **muscles subcostaux** sont dans le même plan que les muscles intercostaux intimes. Ils relient plusieurs côtes et leur nombre est plus important dans les régions inférieures de la paroi thoracique postérieure (fig. 3.28A). Ils s'étendent des faces internes d'une côte à la face interne de la 2e (suivante) ou de la 3e côte sous-jacente. Leurs fibres sont parallèles à celles des muscles intercostaux internes et elles s'étendent de l'angle des côtes à une position plus médiale des côtes situées en dessous.

Muscles thoraciques transverses

Les **muscles thoraciques transverses** se trouvent sur la face profonde de la paroi thoracique antérieure (fig. 3.28B) et dans le même plan que les muscles intercostaux intimes.

Les muscles thoraciques transverses s'insèrent sur la partie postérieure du processus xiphoïde, la partie inférieure du corps du sternum, et sur les cartilages costaux adjacents des vraies côtes basses. Ils se prolongent vers le haut et latéralement pour s'insérer sur le bord inférieur des cartilages costaux des 3e à 6e côtes.

Les muscles thoraciques transverses cheminent au-dessus des vaisseaux thoraciques internes et protègent donc ces vaisseaux de la paroi.

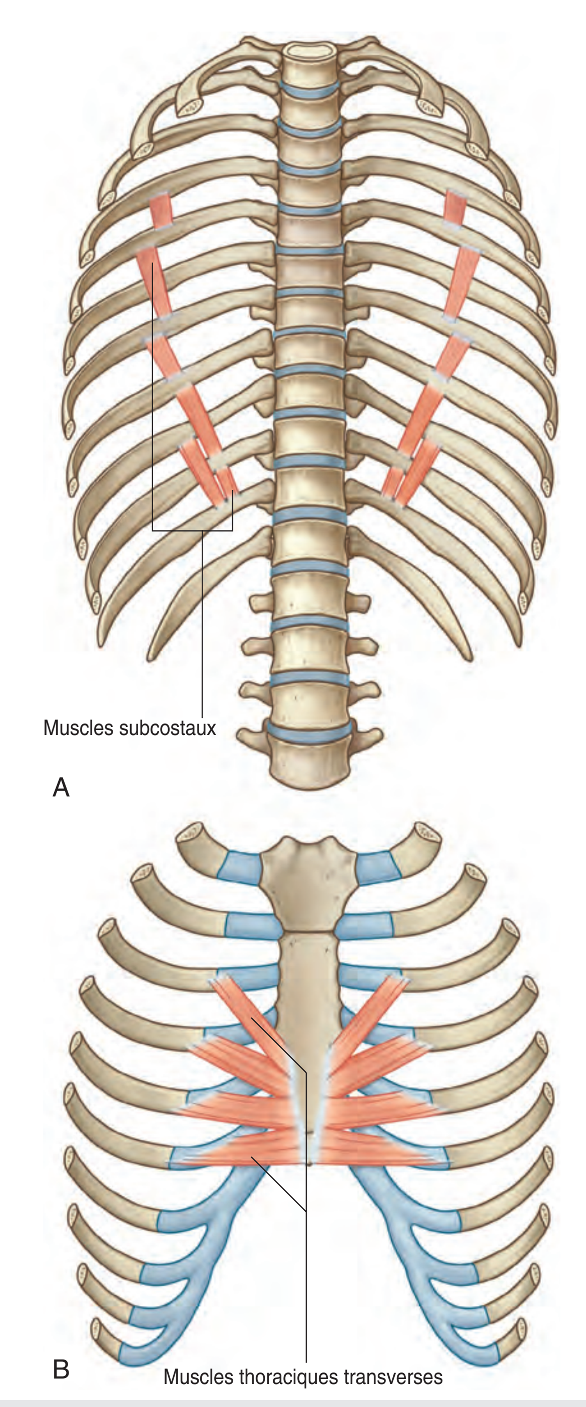


Figure 3.28 **A.** Muscles subcostaux. **B.** Muscles thoraciques transverses.

Vascularisation artérielle

Les vaisseaux qui vascularisent la paroi thoracique sont représentés principalement par les artères intercostales antérieures et postérieures, qui cheminent autour de la paroi thoracique entre les côtes dans les espaces intercostaux (fig. 3.29). Ces artères naissent au niveau de l'aorte et des artères thoraciques internes, qui elles-mêmes naissent des artères subclavières au niveau de la base du cou. Ensemble, les artères intercostales constituent un réseau en forme de filet d'afférences vasculaires autour de la paroi thoracique.

Artères intercostales postérieures

Les **artères intercostales postérieures** prennent naissance au niveau des vaisseaux situés dans la paroi thoracique postérieure. Les deux artères intercostales postérieures les plus hautes sont issues de chaque côté de l'**artère thoracique supérieure**, branche du tronc costocervical dans le cou qui descend dans le thorax. Le **tronc costocervical** est une branche postérieure de l'artère subclavière (fig. 3.29).

Les neuf autres paires d'artères intercostales postérieures naissent de la face postérieure de l'aorte thoracique. L'aorte est située sur le côté gauche de la colonne vertébrale. Ainsi, les vaisseaux intercostaux postérieurs passent vers le côté droit de la paroi thoracique en traversant la ligne médiane devant les corps vertébraux. Ceux-ci sont donc plus longs que les vaisseaux gauches correspondants.

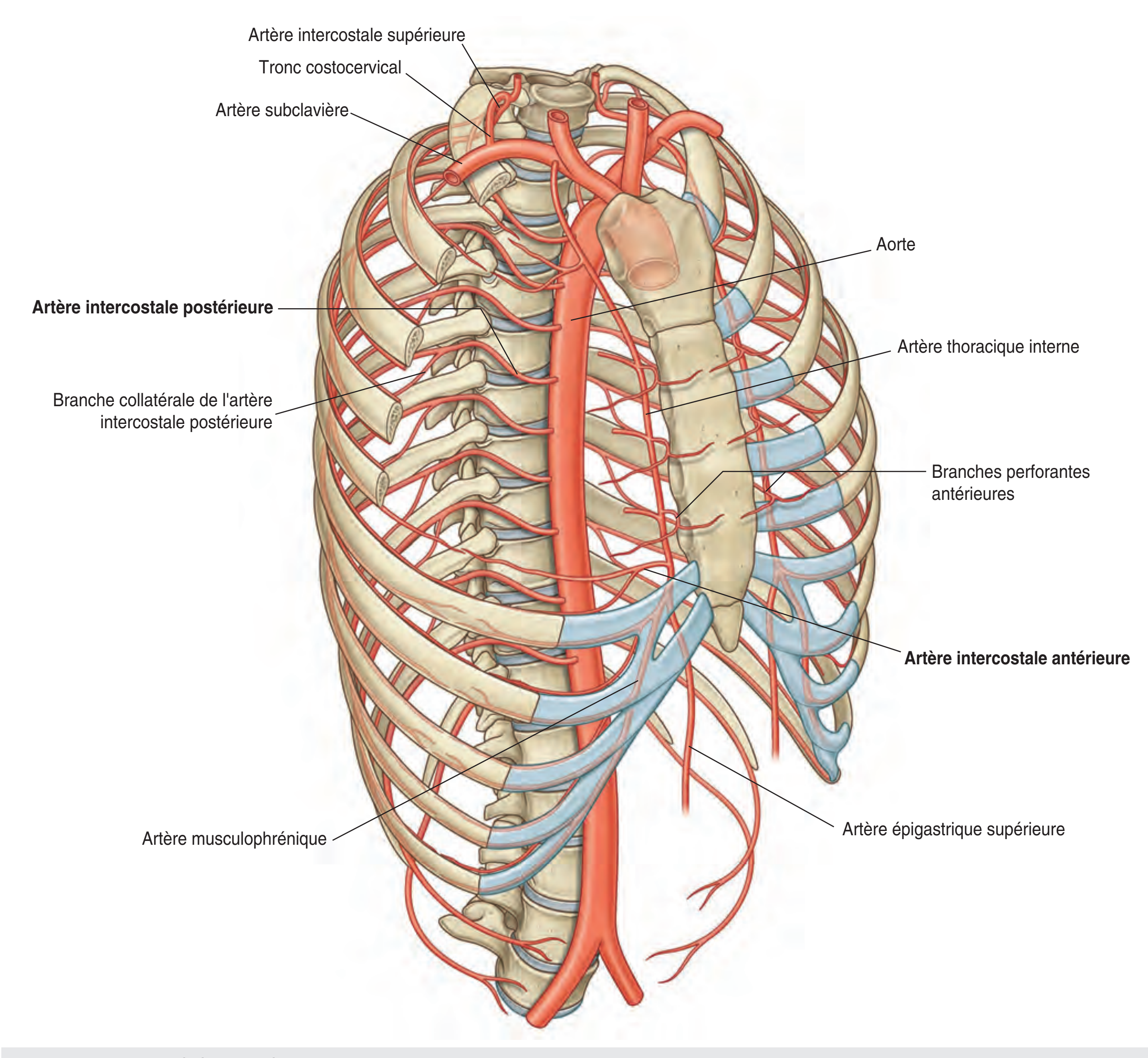


Figure 3.29 Artères de la paroi thoracique.

En plus d'avoir plusieurs branches qui vascularisent les composants de la paroi thoracique, les artères intercostales postérieures donnent des branches qui accompagnent latéralement les rameaux cutanés du nerf intercostal vers les régions superficielles.

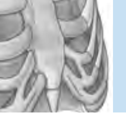
Artères intercostales antérieures

Les **artères intercostales antérieures** naissent directement ou indirectement de l'artère thoracique interne (fig. 3.29).

Chaque **artère thoracique interne** naît comme une des branches majeures de l'artère subclavière au niveau du cou. Elle passe en avant de, et au-dessus du dôme cervical de la plèvre et descend verticalement à travers l'ouverture thoracique supérieure ainsi que le long de la face profonde de la paroi thoracique. De chaque côté, l'artère thoracique interne se trouve en arrière des six cartilages costaux supérieurs et à environ 1 cm latéralement par rapport au sternum. Au niveau du sixième espace intercostal, elle se divise en deux branches terminales :

- l'**artère épigastrique supérieure**, qui se prolonge vers le bas dans la paroi abdominale antérieure (fig. 3.29) ;
- l'**artère musculophrénique**, qui passe le long du rebord costal inférieur, et chemine à travers le diaphragme, pour se terminer dans la région du dernier espace intercostal.

Les artères intercostales antérieures qui vascularisent les six premiers espaces intercostaux sont des branches latérales de l'artère thoracique interne juste avant la naissance de l'artère musculophrénique. Les artères intercostales antérieures



des derniers espaces intercostaux naissent de l'artère musculophrénique.

Dans chaque espace intercostal, il y a habituellement deux branches des artères intercostales antérieures :

- une qui passe au-dessous du bord de la côte supérieure ;
- l'autre qui passe au-dessus du bord de la côte inférieure et qui s'anastomose avec une branche collatérale de l'artère intercostale postérieure.

Les distributions des vaisseaux intercostaux antérieurs et postérieurs s'intriquent réciproquement et peuvent développer un réseau anastomotique important. Les artères intercostales antérieures sont généralement plus petites que leurs homologues postérieures.

En plus des artères intercostales antérieures et d'un certain nombre d'autres branches, les artères thoraciques internes donnent naissance à des branches perforantes qui passent directement vers l'avant entre les cartilages costaux pour vasculariser les structures externes de la paroi thoracique. Ces vaisseaux cheminent avec les rameaux cutanés des nerfs intercostaux.

Drainage veineux

Le drainage veineux de la paroi thoracique est habituellement parallèle au réseau artériel (fig. 3.30).

Au centre, les veines intercostales se drainent dans le système des veines azygos ou dans les **veines thoraciques internes**, qui sont connectées avec les **veines brachiocéphaliques** dans le cou.

Souvent, les veines intercostales postérieures les plus hautes du côté gauche convergent pour former la **veine intercostale supérieure gauche**, qui se draine elle-même dans la veine brachiocéphalique gauche.

De façon similaire, les veines intercostales postérieures les plus hautes du côté droit peuvent converger pour former la **veine intercostale supérieure droite** qui se draine dans la **veine azygos**.

Veine intercostale supérieure gauche
Veine brachiocéphalique droite
Veine brachiocéphalique gauche
Veine intercostale supérieure droite
Veine hémiazygos accessoire
Veine intercostale postérieure
Veines azygos
Veine thoracique interne
Branches perforantes antérieures
Veine intercostale antérieure
Veine hémiazygos

Figure 3.30 Veines de la paroi thoracique.

Drainage lymphatique

Les vaisseaux lymphatiques de la paroi thoracique se drainent principalement dans les nœuds lymphatiques associés aux artères thoraciques internes (**nœuds parasternaux**), dans les nœuds situés à proximité de la tête et du col des côtes (**nœuds intercostaux**), et dans le diaphragme (**nœuds diaphragmatiques**) (fig. 3.31). Les nœuds diaphragmatiques sont situés en arrière de la xiphoïde et à l'endroit où le nerf phénique pénètre dans le diaphragme. Ils se trouvent aussi au niveau de la région d'insertion du diaphragme sur la colonne vertébrale.

Les nœuds parasternaux se drainent dans les **troncs bronchomédiastinaux**. Les nœuds intercostaux du thorax supérieur se drainent aussi dans les troncs bronchomédiastinaux, alors que les nœuds intercostaux inférieurs se drainent dans le **conduit thoracique**.

Les nœuds associés au diaphragme sont interconnectés avec les nœuds parasternaux, prévertébraux, juxta-œsophagien, **brachiocéphaliques** (en avant des veines brachiocéphaliques dans le médiastin supérieur) et **latéro-aortiques ou lombaux** (dans l'abdomen).

Les régions superficielles de la paroi thoracique se drainent principalement dans les **nœuds lymphatiques axillaires** de la fosse axillaire ou dans les nœuds parasternaux.

Innervation

Nerfs intercostaux

L'innervation de la paroi thoracique est réalisée principalement par les **nerfs intercostaux**, rameaux antérieurs des nerfs spinaux T1 à T11, qui cheminent dans les espaces

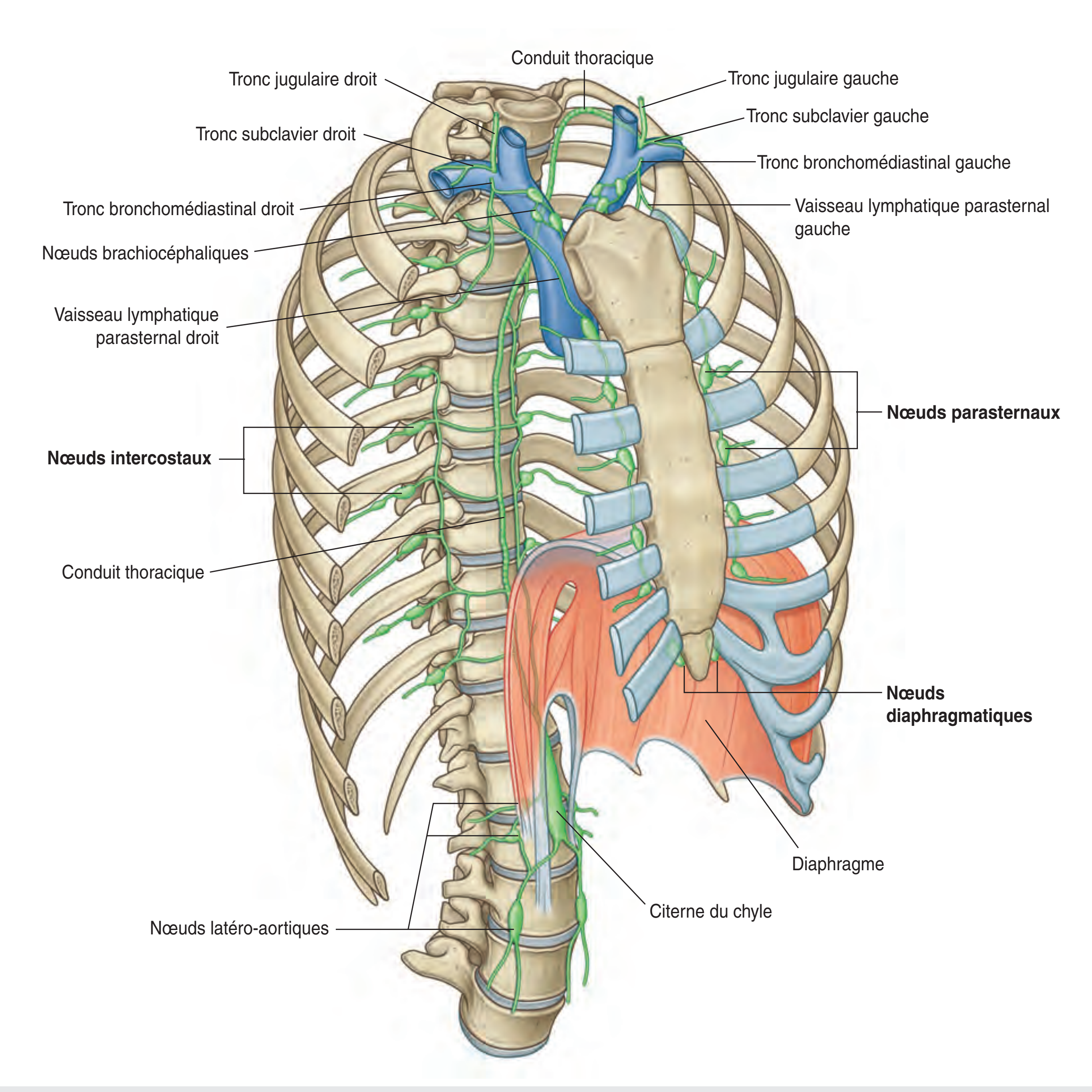


Figure 3.31 Principaux vaisseaux et nœuds lymphatiques de la paroi thoracique.



intercostaux entre les côtes adjacentes. Le rameau antérieur du nerf spinal T12 (le **nerf subcostal**) est en dessous de la 12e côte (fig. 3.32).

Un nerf intercostal typique chemine autour de la paroi thoracique dans l'espace intercostal. La principale division est le **rameau cutané latéral**, qui traverse la paroi thoracique latérale et se sépare en deux rameaux terminaux antérieur et postérieur qui innervent la peau recouvrant l'espace intercostal.

Les nerfs intercostaux se terminent en avant par des **rameaux cutanés antérieurs**, qui émergent dans la région parasternale entre les cartilages costaux adjacents, ou latéralement à la ligne médiane sur la paroi abdominale antérieure, pour innerver la peau.

En plus de ces rameaux principaux, il existe de petits rameaux collatéraux au niveau des espaces intercostaux qui cheminent sur le bord supérieur de la côte inférieure.

Dans le thorax, les nerfs intercostaux transportent des fibres :

- somatiques motrices pour l'innervation des muscles de la paroi thoracique (les muscles intercostaux, subcostaux, thoracique transverse) ;
- sensitives pour l'innervation de la peau et de la plèvre pariétale ;
- sympathiques postganglionnaires vers la périphérie.

L'innervation sensitive de la peau qui recouvre la paroi thoracique supérieure est assurée par les rameaux cutanés (nerfs supraclaviculaires), qui descendent du plexus cervical dans le cou.

En plus d'innerver la paroi thoracique, les nerfs intercostaux innervent d'autres régions :

- le rameau antérieur de T1 fait partie du plexus brachial ;
- le rameau cutané latéral du deuxième nerf intercostal (le **nerf intercostobrachial**) donne l'innervation cutanée de la face médiale de la partie supérieure du bras ;
- les nerfs intercostaux inférieurs donnent l'innervation musculaire, cutanée et péritonéale de la paroi abdominale.

Figure 3.32 Nerfs intercostaux.

En clinique

Accès chirurgical du thorax

L'accès chirurgical du thorax est potentiellement problématique étant donné la nature rigide de la cage thoracique. De plus, l'accès dépend aussi de l'organe à opérer et de ses rapports avec les structures sous-diaphragmatiques et les structures du cou.

Les abords les plus fréquents sont la sternotomie médiane et la thoracotomie latérale.

Une sternotomie médiane utilise une incision verticale de l'incisure sternale jusqu'au processus xiphoïde. Il faut éviter avec soin de léser les vaisseaux, en particulier les veines brachiocéphaliques. Un saignement des branches de l'artère thoracique interne peut survenir et doit être contrôlé. L'ouverture du sternum nécessite une traction sur les côtes supérieures et peut provoquer des fractures costales. Une sternotomie partielle est parfois réalisée par une incision limitée à la partie supérieure du sternum et se terminant au niveau de la jonction manubriosternale ou juste en dessous. Une sternotomie médiane permet l'accès au cœur, aux artères coronaires et aux valves, au péricarde, aux gros vaisseaux, au médiastin antérieur et au thymus, ainsi qu'à la trachée inférieure. Elle peut aussi être utilisée pour l'exérèse d'un goitre rétrosternal ou pour une œsophagectomie. L'incision peut être étendue à la région supraclaviculaire, donnant ainsi accès aux artères subclavières et carotides.

Une thoracotomie latérale donne accès à l'hémithorax ipsilatéral et à son contenu, le poumon, le médiastin, l'œsophage et le cœur (thoracotomie latérale gauche) (fig. 3.33).

Cependant, elle nécessite l'incision des muscles de la paroi thoracique, ce qui provoque des douleurs postopératoires qui nécessitent d'être bien contrôlées pour éviter une restriction de la fonction pulmonaire. Cette incision débute sur la ligne axillaire antérieure et passe ensuite sous l'apex de la scapula, et s'étend en haut vers la ligne médiane postérieure et le bord médial de la scapula. La cavité pleurale est ouverte par un espace intercostal. Chez des patients âgés et en cas d'ostéoporose, un court segment de côte peut être réséqué pour limiter le risque de fracture.

La chirurgie thoracique mini-invasive (chirurgie thoracique vidéo-assistée) nécessite de petites incisions (1 cm) dans les espaces intercostaux, l'introduction d'une petite caméra sur un télescope, et la manipulation d'autres instruments par de petites incisions supplémentaires. Un certain nombre d'interventions peuvent être réalisées de cette façon dont la lobectomie, la biopsie pulmonaire et l'œsophagectomie

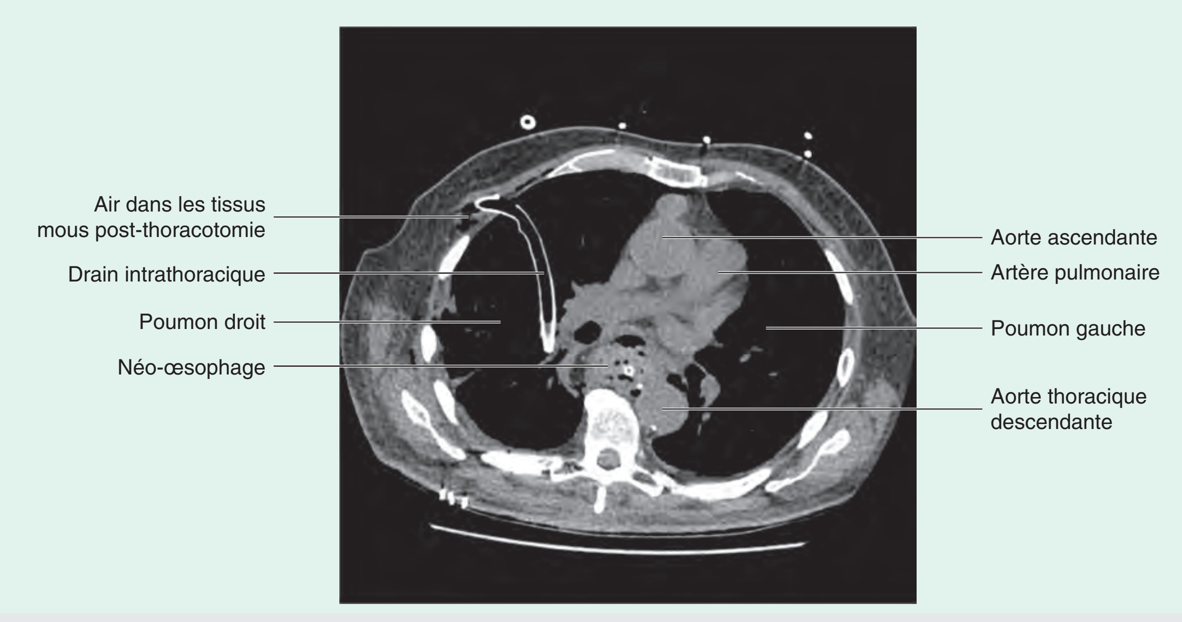
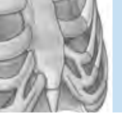


Figure 3.33 Thoracotomie droite pour cancer de l'œsophage avec drain intrathoracique de grand diamètre. Dans ce cas, un néo-œsophage a été réalisé à partir de l'estomac.



En clinique

Thoracostomie – Pose d'un drain thoracique
La pose d'un drain thoracique est une technique courante et est indiquée pour évacuer de l'air ou du liquide collectés dans le thorax entre le poumon et la paroi thoracique (cavité pleurale). Cette technique est ainsi utilisée en cas de pneumothorax, d'hémothorax, d'hémopneumothorax, d'épanchement pleural malin, d'empyème, d'hydrothorax, et en postopératoire après chirurgie thoracique.

La position du drain doit être d'avant en arrière entre les lignes axillaires antérieure et moyenne et de haut en bas dans les 4e ou 5e espaces intercostaux. Les côtes de la région doivent être soigneusement repérées. L'anesthésie doit être faite au bord supérieur de la côte inférieure de l'espace intercostal, incluant une côte et un espace au-dessus et une côte et un espace au-dessous. Le paquet vasculo-nerveux parcourt le plan neurovasculaire qui se situe à la partie supérieure de l'espace intercostal (juste sous la côte) ; c'est la raison pour laquelle il faut positionner le drain au bord supérieur de la côte (c'est-à-dire à la partie la plus basse de l'espace intercostal). La pose d'un drain thoracique est maintenant communément réalisée par guidage échographique. Cette technique permet au médecin de vérifier si l'épanchement pleural est simple ou complexe et localisé, et de choisir le site le plus sûr pour entrer dans l'espace pleural. Dans certains cas de pneumothorax, un drain thoracique peut être placé sous contrôle tomodensitométrique, en particulier chez les patients porteurs d'une pathologie sous-jacente qu'il peut être difficile de différencier d'une grande bulle d'air libre dans la cavité pleurale.

DIAPHRAGME

Le **diaphragme** est une structure musculotendineuse fine qui comble l'ouverture thoracique inférieure et sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale (fig. 3.34 et voir chapitre 4). Il s'insère à sa périphérie sur :

- le processus xiphoïde du sternum ;
- le rebord costal de la paroi thoracique ;
- l'extrémité de la 11e et de la 12e côtes ;
- le ligament qui se tend en travers des structures postérieures de la paroi abdominale ;
- les vertèbres lombales.

En clinique

Bloc intercostal
L'anesthésie locale des nerfs intercostaux permet une excellente analgésie chez les patients présentant un trauma thoracique, et chez ceux nécessitant une thoracotomie, une mastectomie ou des techniques chirurgicales de la partie supérieure de l'abdomen.

Les nerfs intercostaux sont situés aux bords inférieurs des côtes dans le paquet vasculo-nerveux. Chaque paquet est situé à la face profonde des muscles intercostaux externes et internes.

Le bloc nerveux peut être réalisé à « l'aveugle » ou guidé par imagerie.

Le patient est placé dans la position appropriée pour accéder à la côte ; typiquement sous repérage échographique, une aiguille peut être introduite dans la région du sillon costal, puis une injection d'un anesthésique local réalisée ; selon le type d'anesthésie employé, l'analgésie est de courte ou de longue durée.

En fonction de la position du paquet vasculonerveux et du sillon costal, des complications sont possibles telle la piqûre accidentelle de la plèvre pariétale et le pneumothorax qui s'ensuit ; un saignement peut aussi se produire par blessure de l'artère ou de la veine durant cette procédure.

À partir de ces insertions périphériques, les fibres musculaires convergent vers un tendon central. Le péricarde est attaché à la partie moyenne de ce centre tendineux.

Dans un plan sagittal médian, le diaphragme s'étend vers le bas, de ses insertions antérieures à la xiphoïde, approximativement au niveau vertébral TVIII–IX jusqu'à ses insertions postérieures au niveau du **ligament arqué médian**, en passant en avant de l'aorte approximativement au niveau vertébral TXII.

Les structures qui cheminent entre le thorax et l'abdomen passent à travers le diaphragme ou entre le diaphragme et ses insertions périphériques :

- la veine cave inférieure passe à travers le centre tendineux approximativement au niveau vertébral TVIII ;
- l'œsophage passe à travers la partie musculaire du diaphragme, juste à gauche de la ligne médiane, approximativement au niveau vertébral TX ;
- les nerfs vagues passent à travers le diaphragme avec l'œsophage ;
- l'aorte passe derrière l'insertion du diaphragme au niveau vertébral TXII ;

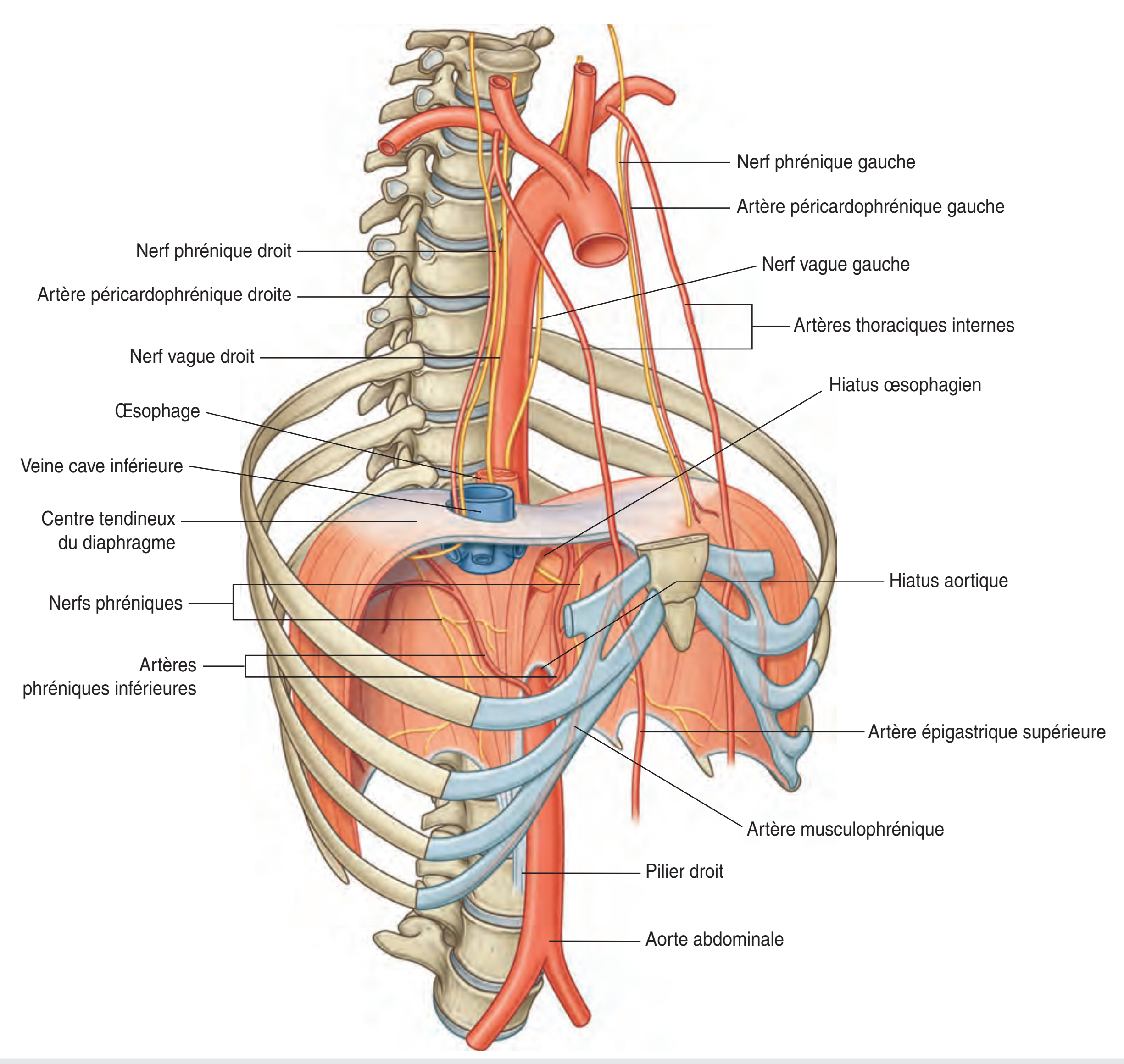


Figure 3.34 Diaphragme.

- le conduit thoracique passe en arrière du diaphragme avec l'aorte ;
- les veines azygos et hémiazygos peuvent aussi passer à travers le hiatus aortique ou à travers les piliers du diaphragme.

D'autres structures sortent au niveau de l'insertion postérieure du diaphragme latéralement au hiatus aortique comme les troncs sympathiques. Les nerfs grand, petit splanchniques et splanchniques traversent les fibres.

Vascularisation artérielle

La vascularisation artérielle du diaphragme est issue de vaisseaux qui naissent au-dessus de, et au-dessous du, diaphragme (voir fig. 3.34). Dans sa partie supérieure, il s'agit des artères péricardophréniques et musculophréniques. Ces vaisseaux sont des branches des artères thoraciques internes. Les **artères phréniques supérieures**, qui naissent directement de la partie inférieure de l'aorte thoracique, et de petites branches issues des artères intercostales contribuent aussi à la vascularisation. Les plus grosses des artères qui vascularisent le diaphragme naissent en dessous de lui. Ces artères sont les **artères phréniques inférieures** issues directement de l'aorte abdominale.

Drainage veineux

Le drainage veineux du diaphragme est assuré par des veines qui cheminent avec les artères. Ces veines se drainent dans :

- les veines brachiocéphaliques au niveau du cou ;
- le **système des veines azygos** ;

- ou les veines abdominales (la veine suprarénale gauche et la veine cave inférieure).

Innervation

Le diaphragme est innervé par les **nerfs phréniques** (C3, C4 et C5), qui traversent le diaphragme et l'innervent à partir de son versant abdominal.

Les contractions des dômes du diaphragme aplatissent le diaphragme, et augmentent donc le volume thoracique. Les mouvements du diaphragme servent essentiellement à la respiration normale.

MOUVEMENTS DE LA PAROI THORACIQUE ET DU DIAPHRAGME PENDANT LA RESPIRATION

Une des principales fonctions de la paroi thoracique et du diaphragme est de modifier le volume du thorax et donc de mobiliser l'air à l'intérieur et vers l'extérieur des poumons.

Pendant la respiration, les dimensions du thorax vont être modifiées dans les directions latérales, verticale et antéropostérieure. L'élévation et l'abaissement du diaphragme vont modifier de manière significative les dimensions verticales du thorax. L'abaissement se produit lorsque les fibres musculaires du diaphragme se contractent. L'élévation se produit quand le diaphragme se relâche.

Les modifications des diamètres antéropostérieur et latéraux résultent de l'élévation et de l'abaissement des côtes (fig. 3.35). L'extrémité postérieure des côtes s'articule avec la colonne vertébrale, alors que l'extrémité antérieure de la plupart des côtes s'articule avec le sternum ou les côtes adjacentes.

Le fait que l'extrémité antérieure des côtes soit inférieure à leur extrémité postérieure entraîne, lorsque celles-ci s'élèvent, la mobilisation du sternum vers le haut et vers l'avant. Il en résulte que l'angle entre le corps du sternum et le manubrium devient légèrement moins important. Si les côtes s'abaissent, le sternum est mobilisé vers le bas et vers l'arrière. Ce mouvement de pompe va entraîner une modification des dimensions du thorax dans le plan antéropostérieur (fig. 3.35A).

De la même manière que les extrémités antérieures des côtes sont plus basses que les extrémités postérieures, les parties moyennes des diaphyses costales sont en position inférieure par rapport aux deux extrémités. Aussi, quand les côtes s'élèvent, les parties moyennes des côtes se mobilisent latéralement. Ce mouvement à type d'anse de seau entraîne une augmentation des dimensions latérales du thorax (fig. 3.35B).

Tous les muscles qui s'insèrent sur les côtes peuvent mobiliser les côtes les unes par rapport aux autres. Ces muscles agissent donc comme des muscles accessoires de la respiration. Les muscles du cou et de l'abdomen peuvent également fixer ou modifier les positions des côtes hautes ou basses.

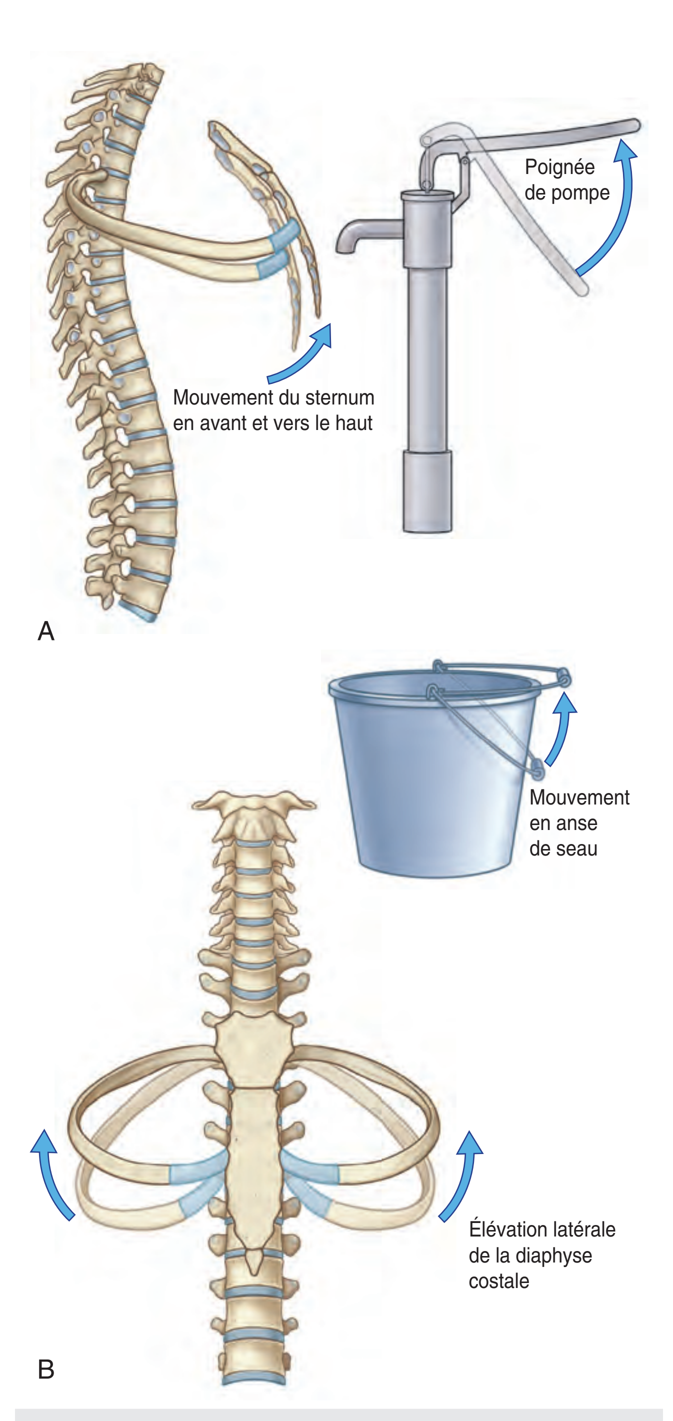


Figure 3.35 Mouvements de la paroi thoracique pendant la respiration. **A.** Mouvement de pompe des côtes et du sternum. **B.** Mouvement des côtes en anse de seau.

En clinique

Paralysie diaphragmatique

En cas de paralysie du nerf phrénique, une paralysie du muscle diaphragme s'ensuit, qui se manifeste par l'élévation du muscle sur le côté déficitaire (fig. 3.36). La cause la plus fréquente de paralysie du nerf phrénique, qui ne doit jamais être négligée, est une infiltration maligne du nerf par un cancer pulmonaire. D'autres causes comprennent la neuropathie postvirale (en particulier due au virus varicelle-zona), les traumatismes, les lésions iatrogènes au cours de la chirurgie thoracique et les modifications dégénératives de la moelle cervicale avec compression des racines nerveuses C3-C5.

La plupart des patients porteurs d'une paralysie diaphragmatique unilatérale sont asymptomatiques et ne requièrent aucun traitement. Certains peuvent rapporter une gêne respiratoire, particulièrement à l'effort. La paralysie bilatérale du diaphragme est rare mais peut provoquer une détresse respiratoire.

Une plicature chirurgicale du diaphragme peut être réalisée dans les cas où la respiration est compromise, et est souvent réalisée par laparoscopie. Le chirurgien crée des plis sur le diaphragme paralysé et les suture in situ, ce qui réduit la mobilité du muscle diaphragme. Cela amène en règle une amélioration de la fonction pulmonaire, de la tolérance à l'effort, et diminue l'essoufflement.

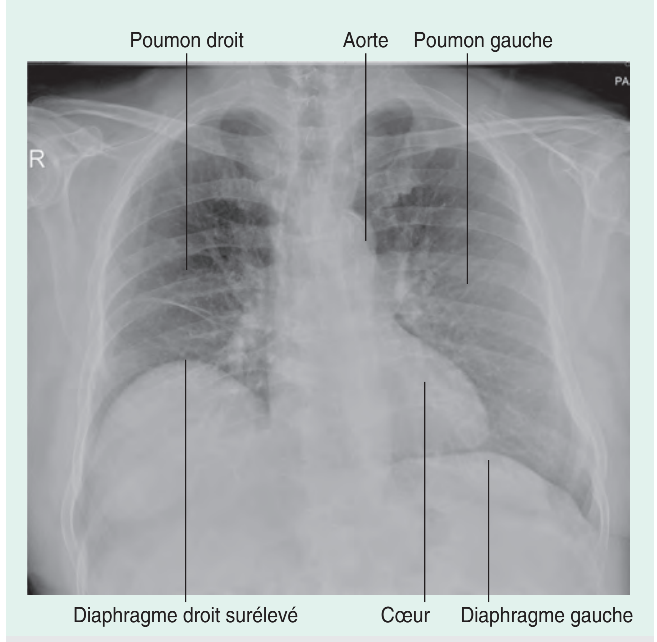


Figure 3.36 Radiographie de thorax montrant une élévation de l'hémidiaphragme droit chez un patient porteur d'une paralysie diaphragmatique droite.

CAVITÉS PLEURALES

Les deux **cavités pleurales**, une de chaque côté du médiastin, entourent les poumons (fig. 3.37) :

- dans la partie supérieure, elles s'étendent au-dessus de la 1re côte au niveau de la base du cou ;
- vers le bas, elles s'étendent jusqu'au niveau situé juste au-dessus du rebord costal ;
- la paroi médiale de chaque cavité pleurale est le médiastin.

Plèvre

Chaque cavité pleurale est entourée d'une couche de cellules aplaties, le mésothélium, associée à une couche de soutien formée de tissu conjonctif ; ces deux couches forment ensemble la plèvre.

La **plèvre** se divise en deux parties principales en fonction de sa localisation :

- la plèvre en rapport avec les parois de la cavité pleurale est la **plèvre pariétale** (fig. 3.37) ;
- la plèvre qui se réfléchit de la paroi médiale et qui recouvre et adhère à la surface des poumons est la **plèvre viscérale** (fig. 3.37).

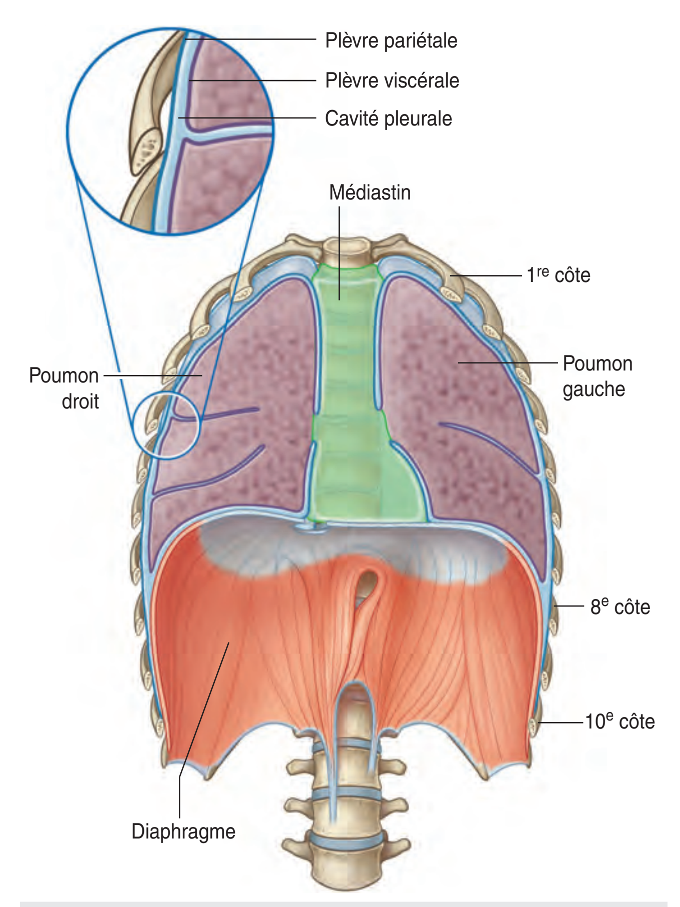
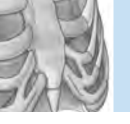


Figure 3.37 Cavités pleurales.



Chaque cavité pleurale est un espace virtuel situé entre la plèvre viscérale et la plèvre pariétale. Normalement cet espace contient uniquement une très fine couche de liquide séreux. Il en résulte que la surface du poumon tapissée par la plèvre viscérale s'oppose et peut glisser librement sur la plèvre pariétale en regard qui, elle, est fixée à la paroi.

Plèvre pariétale

Les noms donnés à la plèvre pariétale correspondent aux zones de la paroi avec lesquelles elle est en contact (fig. 3.38) :

- la plèvre en rapport avec les côtes et les espaces intercostaux est appelée **partie costale** ;
- la plèvre qui recouvre le diaphragme est appelée **partie diaphragmatique** ;
- la plèvre qui recouvre le médiastin est appelée **partie médiastinale** ;
- la zone en forme de dôme formé de plèvre pariétale et qui s'étend dans la région cervicale est appelée **partie cervicale** (**dôme pleural**).

La **membrane suprapleurale** (fig. 3.38) est une couche de fascia distincte en forme de dôme couvrant la face supérieure de la plèvre cervicale. Cette membrane de tissu conjonctif est attachée latéralement au bord médial de la première côte et en arrière au processus transverse de la vertèbre CVII. En haut, la membrane reçoit des fibres musculaires de quelques muscles profonds du cou (muscles scalènes) dont le rôle est de garder la membrane tendue. La membrane suprapleurale fournit le support apical pour maintenir la cavité pleurale à la base du cou.

Dans la région des vertèbres TV à TVII, la plèvre médiastinale se réfléchit contre le médiastin pour former un tube qui recouvre les structures (voies aériennes, vaisseaux, nerfs et lymphatiques) qui passent du poumon au médiastin. Ce tunnel et les structures qu'il contient forment la **racine du poumon**. La racine rejoint la surface médiale du poumon au niveau d'une région appelée le **hile du poumon**. À ce niveau, la plèvre médiastinale se réfléchit pour devenir la plèvre viscérale.

La plèvre pariétale est innervée par des fibres afférentes somatiques. La plèvre costale est innervée par des rameaux des nerfs intercostaux et la douleur sera perçue sur la paroi thoracique. La plèvre diaphragmatique et la plèvre médiastinale sont essentiellement innervées par les nerfs phréniques (naissant de la moelle spinale aux niveaux C3, C4 et C5). Une douleur de ces zones sera projetée au niveau des dermatomes C3, C4 et C5 (régions latérale du cou et supraclaviculaire de l'épaule).

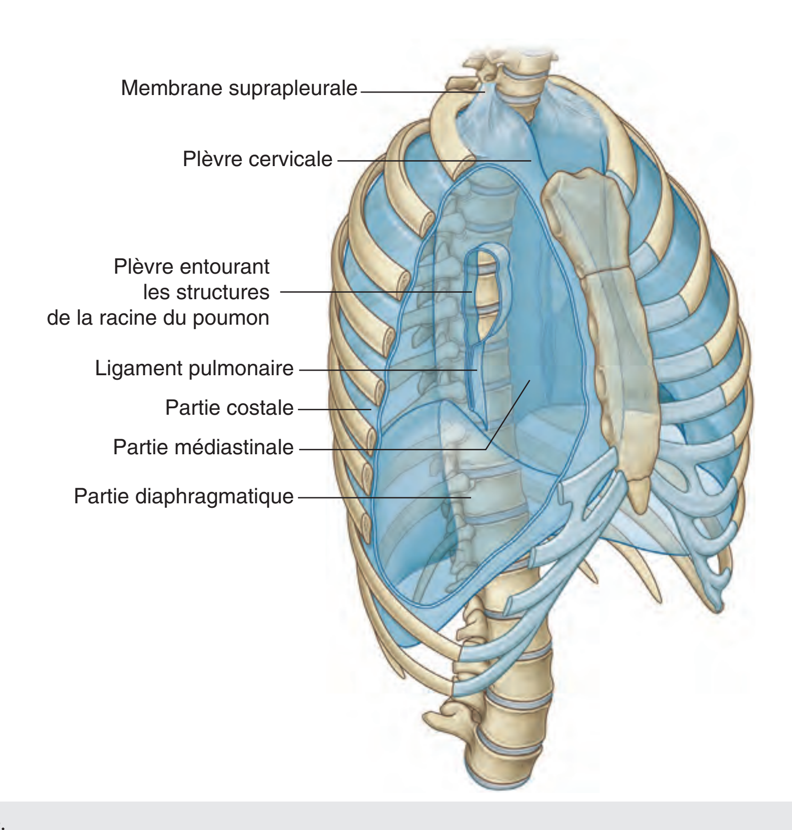


Figure 3.38 Plèvre pariétale.

Zones de réflexion périphériques

Les réflexions périphériques de la plèvre pariétale indiquent les extensions des cavités pleurales (fig. 3.39).

Au niveau de la partie supérieure, la cavité pleurale peut se projeter 3 à 4 cm au-dessus du premier cartilage costal, mais ne s'étend pas au-dessus du col de la 1re côte. Cette limitation est liée à la pente inférieure de la 1re côte vers son articulation sur le manubrium.

En avant, les cavités pleurales sont proches l'une de l'autre en arrière de la partie supérieure du sternum. Cependant, en arrière de la partie la plus basse du sternum, la plèvre pariétale ne rejoint pas la ligne médiane sur le côté gauche comme elle le fait à droite, car le médiastin moyen, qui contient le péricarde et le cœur, est dévié à gauche.

En bas, la plèvre costale se réfléchit sur le diaphragme au-dessus du rebord costal. Au niveau de la ligne médioclaviculaire, la cavité pleurale s'étend en bas approximativement au niveau de la 8e côte. Au niveau de la ligne médioaxillaire, elle s'étend jusqu'à la 10e côte. À partir de ce point, le bord inférieur se prolonge horizontalement pour croiser la 11e et la 12e côtes et atteindre la vertèbre TXII. De la ligne médioclaviculaire à la colonne vertébrale, la limite inférieure de la plèvre peut approximativement être suivie sur une ligne qui chemine entre la 8e côte, la 10e côte et la vertèbre thoracique TXII.

Plèvre viscérale

La plèvre viscérale est en continuité avec la plèvre pariétale au niveau du hile de chaque poumon où les structures entrent dans cet organe et le quittent. La plèvre viscérale est fermement attachée à la surface du poumon, incluant aussi les deux surfaces opposées des scissures qui divisent les poumons en lobes.

Bien que la plèvre viscérale soit innervée par des nerfs afférents viscéraux accompagnant les vaisseaux bronchiaux, une douleur n'est généralement pas générée à partir de ces tissus.

Récessus pleuraux

Les poumons ne remplissent pas entièrement les régions inférieures des cavités pleurales en avant et en arrière (fig. 3.40). Il en résulte la formation de récessus où deux couches de plèvre pariétale se font face. L'expansion des poumons dans ces espaces se fait lors de l'inspiration forcée ; les récessus permettent aussi la formation d'espace potentiel où le liquide pleural peut être collecté ou aspiré.

Récessus costomédiastinaux

En avant, un **récessus costomédiastinal** est présent de chaque côté à l'endroit où la plèvre costale fait face à la plèvre médiastinale. Le plus grand se situe sur le côté gauche dans la région qui recouvre le cœur (fig. 3.40).

Récessus costodiaphragmatiques

Les récessus les plus volumineux et les plus importants cliniquement sont les **récessus costodiaphragmatiques** qui se trouvent de chaque côté de la cavité pleurale entre la plèvre costale et la plèvre diaphragmatique (fig. 3.40). Les récessus costodiaphragmatiques sont situés entre le bord inférieur des poumons et le bord inférieur des cavités pleurales. Ils sont plus

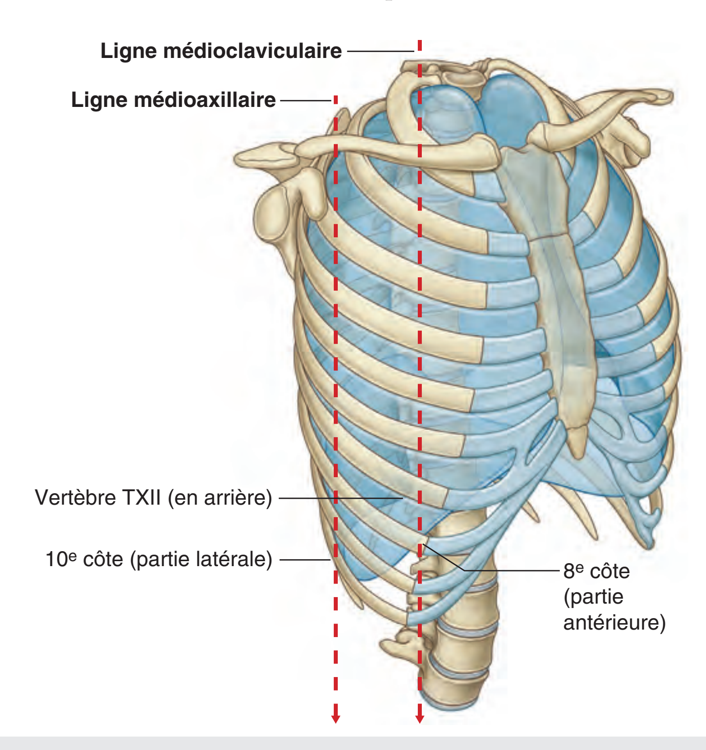


Figure 3.39 Réflexions pleurales.

Ligne médioclaviculaire
Ligne médioaxillaire
Vertèbre TX (en arrière)
8e côte (partie latérale)
Récessus costodiaphragmatique
6e côte (partie antérieure)
Récessus costomédiastinal
Plèvre pariétale
Plèvre viscérale
Récessus costodiaphragmatique

Figure 3.40 Réflexions de la plèvre pariétale et récessus.

profonds après l'expiration forcée et plus évasés après l'inspiration forcée.

Durant la respiration calme, le bord inférieur des poumons croise la 6e côte sur la ligne médioclaviculaire, la 8e côte sur la ligne médioaxillaire, et se prolonge horizontalement pour atteindre la colonne vertébrale en TX. Ainsi, de la ligne médioclaviculaire puis en faisant le tour de la paroi thoracique jusqu'à la colonne vertébrale, le bord inférieur du poumon se projette sur une ligne passant par la 6e côte, la 8e côte et la vertèbre TX. Le bord inférieur de la cavité pleurale correspond, selon les mêmes repères, à la 8e côte, à la 10e côte et à la vertèbre thoracique TXII. Le récessus costodiaphragmatique est la région comprise entre ces deux limites.

Pendant l'expiration, le bord inférieur du poumon remonte et le récessus costodiaphragmatique s'élargit.

En clinique

Épanchement pleural

Un épanchement pleural se produit quand du liquide en excès s'accumule dans la cavité pleurale. Le fonctionnement du poumon sous-jacent peut alors être compromis et le poumon peut être collabé par l'augmentation de volume du liquide. Dès lors qu'un épanchement pleural est diagnostiqué, le liquide doit souvent être ponctionné pour en déterminer la cause, qui peut être une infection, un cancer, une défaillance cardiaque, une affection hépatique, une embolie pulmonaire. Un épanchement pleural abondant nécessite un drainage pour permettre la réexpansion du poumon et l'amélioration de la respiration (fig. 3.41).

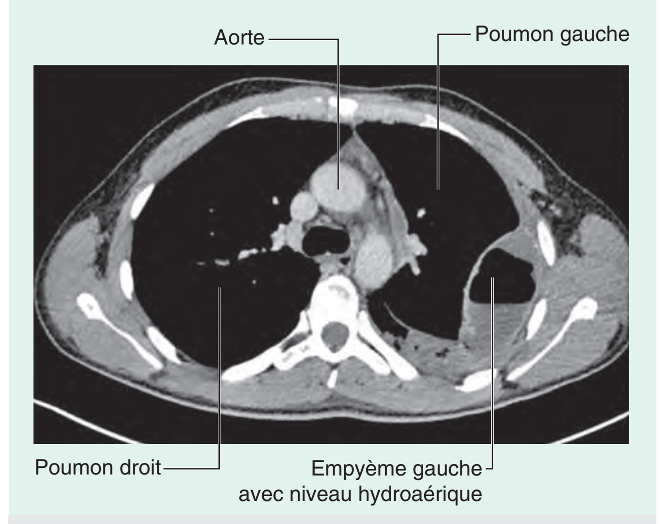


Figure 3.41 Scanner d'un épanchement pleural gauche.

En clinique

Pneumothorax

Un pneumothorax est une collection de gaz ou d'air dans la cavité pleurale (fig. 3.42). Lorsque de l'air pénètre la cavité pleurale, l'élasticité tissulaire du parenchyme produit un collapsus du poumon dans le thorax, compromettant la fonction pulmonaire. Parfois, le gaz s'accumule tellement dans la cavité pleurale que le médiastin est « repoussé » du côté opposé comprimant l'autre poumon. Ceci constitue un pneumothorax sous tension (suffocant) et nécessite un traitement en urgence.

La plupart des pneumothorax sont spontanés (c'est-à-dire qu'ils surviennent en l'absence de pathologie connue ou de maladie pulmonaire diagnostiquée). Dans d'autres cas, le pneumothorax est le résultat d'un traumatisme, d'une inflammation, du tabac ou d'autres maladies pulmonaires sous-jacentes. Certaines métastases pulmonaires, comme chez les patients porteurs d'ostéosarcomes, peuvent provoquer un pneumothorax, en particulier après une chimiothérapie. La survenue d'un pneumothorax interfère avec le traitement du cancer et augmente la mortalité.

Les symptômes du pneumothorax sont souvent liés à l'importance de la fuite d'air, à la rapidité d'accumulation du gaz et du collapsus pulmonaire produit. Ils comportent la douleur, la respiration superficielle, et en cas de gravité un collapsus cardiorespiratoire.

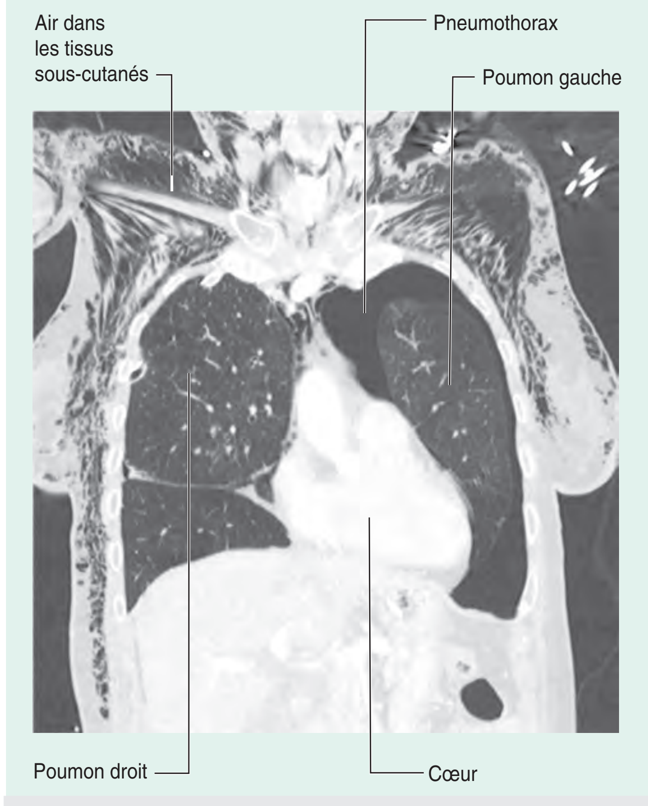
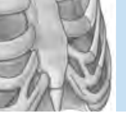


Figure 3.42 Pneumothorax chez un patient avec un emphysème sous-cutané étendu.



Poumons

Les deux poumons sont les organes de la respiration et se situent de chaque côté du médiastin au niveau des cavités pleurales droite et gauche. L'air entre dans les poumons et en sort par les bronches, qui sont des divisions de la trachée.

Les artères pulmonaires apportent le sang désoxygéné aux poumons à partir du ventricule droit du cœur. Le sang oxygéné retourne vers l'atrium gauche par les veines pulmonaires.

Le poumon droit est normalement légèrement plus volumineux que le poumon gauche, car le médiastin moyen qui contient le cœur se développe un peu plus à gauche qu'à droite.

Chaque poumon a une forme de demi-cône, avec une base, un apex, deux faces et trois bords (fig. 3.43).

- La **base** repose sur le diaphragme.
- L'**apex** se projette au-dessus de la 1re côte jusqu'au niveau de la racine du cou.
- Les deux faces : la **face costale** suit le rebord des côtes et des espaces intercostaux au niveau de la paroi thoracique. La **face médiastinale** se trouve au contact du médiastin en avant et de la colonne vertébrale en arrière, et présente le hile pulmonaire en forme de virgule qui contient les structures qui entrent dans le poumon et en sortent.
- Les trois bords : le **bord inférieur** du poumon sépare la base de la face costale. Les **bords antérieur** et **postérieur** séparent la face costale de la face médiale. À l'inverse des bords antérieurs et inférieurs, qui sont effilés, le bord postérieur est lisse et arrondi.

Les poumons sont directement au contact, et portent les empreintes des structures voisines qu'ils recouvrent. Le cœur et les gros vaisseaux qui remplissent le médiastin forment des reliefs qui déforment la face médiale des poumons ; les côtes marquent les faces costales. Des pathologies, comme une tumeur, ou des variations dans une de ces structures peuvent affecter les structures voisines.

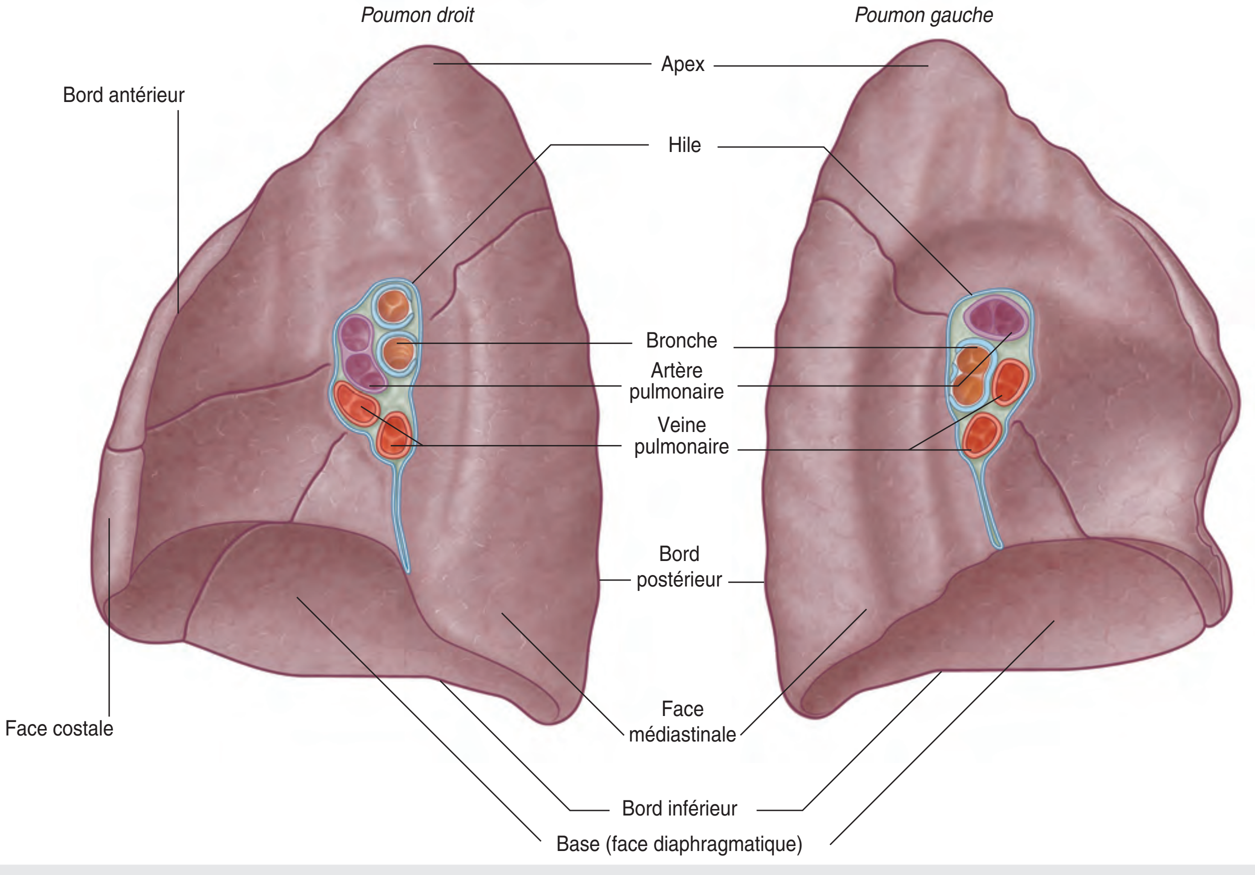


Figure 3.43 Poumons.

Racine et hile

La **racine** de chaque poumon est un tube court formé de différentes structures qui relient le poumon au médiastin (fig. 3.44). Elle est recouverte d'une couche de plèvre médiastinale qui se réfléchit sur la surface du poumon pour devenir plèvre viscérale. La région entourée par cette réflexion pleurale sur la surface médiale du poumon est le **hile**, où les structures entrent dans le poumon ou bien en sortent.

Un fin repli de la plèvre en forme de faux se développe à partir du bas de la racine du poumon et s'étend du hile vers le médiastin. Cette structure est le **ligament pulmonaire**. Celui-ci peut stabiliser la position du lobe inférieur et peut aussi adapter la translation des structures de la racine de haut en bas pendant la respiration.

Dans le médiastin, les nerfs vagues passent juste derrière la racine des poumons, alors que les nerfs phréniques passent juste devant.

Au niveau de chaque racine, et localisés dans le hile, se trouvent :

- une artère pulmonaire ;
- deux veines pulmonaires ;
- une bronche principale ;
- des vaisseaux bronchiques ;
- des nerfs ;
- des lymphatiques.

Habituellement, l'artère pulmonaire se trouve dans la partie supérieure du hile, la veine pulmonaire dans la partie inférieure, et les bronches en arrière.

Sur le côté droit, la bronche lobaire supérieure naît de la bronche principale dans la racine, alors que sur le côté gauche, elle naît en général de la bronche principale dans le poumon, et se place au-dessus de l'artère.

Poumon droit

Le **poumon droit** est formé de trois lobes et de deux scissures (fig. 3.45A). Normalement, les lobes peuvent se mobiliser librement les uns par rapport aux autres, parce qu'ils sont séparés jusqu'au hile par les invaginations de la plèvre viscérale. Ces invaginations forment des scissures :

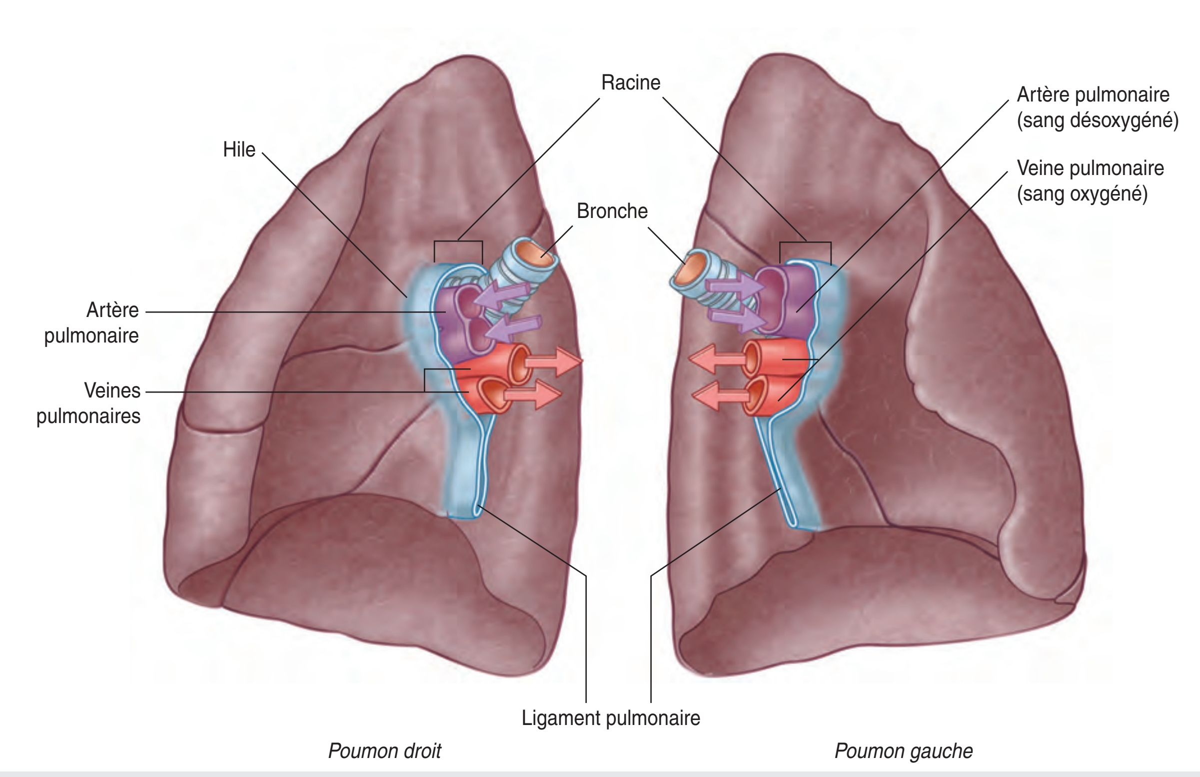


Figure 3.44 Racines et hiles des poumons.

Lobe supérieur
Scissure oblique
Scissure horizontale
Lobe inférieur
Lobe moyen

A

Avant
Postérieur
Artère subclavière droite
1re côte
Veine subclavière droite
Veine brachiocéphalique droite
Veine brachiocéphalique gauche
Veine cave supérieure
Bronche du lobe supérieur
Artère pulmonaire
Bronche
Œsophage
Veines pulmonaires
Veine azygos
Empreinte du cœur
Veine cave inférieure
Diaphragme

B

Figure 3.45 **A.** Poumon droit. **B.** Principales structures associées au poumon droit.

- la **scissure oblique** sépare le **lobe inférieur** (**lobe le plus bas**) du lobe supérieur et du **lobe moyen du poumon droit** ;
- la **scissure horizontale** sépare le **lobe supérieur** (**lobe le plus haut**) du lobe moyen.

La position approximative de la scissure oblique chez un patient qui respire calmement peut être repérée par une ligne courbe sur la paroi thoracique. Celle-ci commence approximativement au niveau du processus épineux de la vertèbre TIV, puis croise le cinquième espace intercostal latéralement, pour suivre ensuite le contour de la 6e côte en avant (voir fig. 3.111 et fig. 3.112).

La scissure horizontale suit le quatrième espace intercostal du sternum jusqu'au niveau de la scissure oblique lors de son croisement avec la 5e côte.

La localisation des scissures obliques et horizontales va permettre au clinicien de déterminer où il doit placer le stéthoscope pour écouter chaque lobe.

La plus grande partie du lobe supérieur est en contact avec la partie supérieure de la paroi antérolatérale ; l'apex de ce lobe se situe dans la racine du cou. La surface du lobe moyen est en contact direct avec les parties inférieure et latérale de la paroi. La face costale du lobe antéro-inférieur est en contact avec la paroi thoracique postérieure et inférieure.

Quand on écoute les bruits pulmonaires de chaque lobe, il est important de positionner le stéthoscope sur les différentes aires de la paroi thoracique situées en regard de chaque lobe (voir fig. 3.113).

La surface médiale du poumon droit est en contact avec un nombre important de structures du médiastin et de la racine du cou (fig. 3.45B). Ce sont :

- le cœur ;
- la veine cave inférieure ;
- la veine cave supérieure ;
- les veines azygos ;
- l'œsophage.

L'artère et la veine subclavières droites passent en arches au-dessus du dôme pleural et sont en rapport avec le lobe supérieur du poumon droit, au niveau de la région cervicale et gagnent la fosse axillaire.

Poumon gauche

Le **poumon gauche** est plus petit que le poumon droit et est formé de deux lobes séparés par une **scissure oblique** (fig. 3.46A). La scissure oblique du poumon gauche est légèrement plus oblique que la scissure correspondante du poumon droit.

Pendant la respiration calme, la position approximative de la scissure oblique gauche peut être définie comme une ligne courbe sur la paroi thoracique, qui commence entre le processus épineux des vertèbres TIII et TIV, croise le cinquième espace intercostal latéralement, puis suit le contour de la 6e côte en avant (voir fig. 3.111 et fig. 3.112).

Comme pour le poumon droit, l'orientation de la scissure oblique détermine la position où il faut ausculter chaque lobe.

La plus grande partie du lobe supérieur est en contact avec la partie supérieure de la paroi antérolatérale ; l'apex de ce lobe se situe dans la racine du cou. La face costale du lobe inférieur est en contact avec la paroi thoracique postérieure et inférieure.

Pour écouter les sons des poumons au niveau de chaque lobe, le stéthoscope doit être placé sur les aires de la paroi thoracique qui correspondent aux positions respectives des lobes (voir fig. 3.113).

La portion inférieure de la surface médiale du poumon gauche, à la différence du poumon droit, présente une incisure qui correspond au volume occupé par le cœur dans la cavité pleurale gauche, à partir du médiastin moyen.

Sur la surface antérieure de la partie la plus basse du lobe supérieur se trouve une extension en forme de langue (la **lingula du poumon gauche**), qui se projette au-dessus du renflement cardiaque.

La surface médiale du poumon gauche est en contact direct avec un nombre important de structures du médiastin et de la racine du cou (fig. 3.46B). Celles-ci incluent :

- le cœur ;
- l'arc aortique ;
- l'aorte thoracique ;
- l'œsophage.

L'artère et la veine subclavières gauches se recourbent et sont en rapport avec le lobe supérieur du poumon gauche au niveau du passage sur le dôme de la plèvre cervicale et gagnent la fosse axillaire.

Arbre bronchique

La **trachée** est un tube flexible qui s'étend de la vertèbre CVI, au niveau de la partie inférieure du cou, jusqu'au niveau vertébral TIV–TV dans le médiastin, où elle se divise ensuite en bronches principales droite et gauche (fig. 3.47). En coupe transversale, la trachée est maintenue ouverte grâce à la présence dans sa paroi d'anneaux cartilagineux en forme de C – la partie ouverte du C regarde en arrière. L'anneau trachéal inférieur a une forme d'hameçon, la carène, et se projette en arrière sur la ligne médiane entre l'origine des deux bronches principales. La paroi postérieure de la trachée est formée principalement de muscles lisses.

Chaque bronche principale entre dans la racine du poumon et passe à travers le hile pour pénétrer dans le poumon

Lobe supérieur
Scissure oblique
Lobe inférieur
Lingula
A

Postérieur
Antérieur
1re côte
Artère subclavière gauche
Tronc veineux brachiocéphalique gauche
Arc de l'aorte
Artère pulmonaire
Bronche
Œsophage
Veines pulmonaires
Aorte thoracique
Empreinte cardiaque
Empreinte du diaphragme
B

Figure 3.46 **A.** Poumon gauche. **B.** Principales structures associées au poumon gauche.

lui-même. La **bronche principale droite** est plus large et suit un trajet plus vertical à travers la racine et le hile que la **bronche principale gauche** (fig. 3.47A). Aussi, lors de l'inhalation de corps étrangers, ceux-ci ont tendance à se bloquer plus fréquemment du côté droit que du côté gauche.

La bronche principale se divise dans le poumon en **bronches lobaires** (bronches secondaires), qui aboutissent chacune à un lobe. Sur le côté droit, la bronche lobaire du lobe supérieur prend naissance dans la racine du poumon.

Les bronches lobaires se divisent ensuite en **bronches segmentaires** (bronches tertiaires), qui se distribuent au niveau des segments bronchopulmonaires (fig. 3.47B).

Au niveau de chaque segment bronchopulmonaire, les bronches segmentaires donnent naissance à de multiples

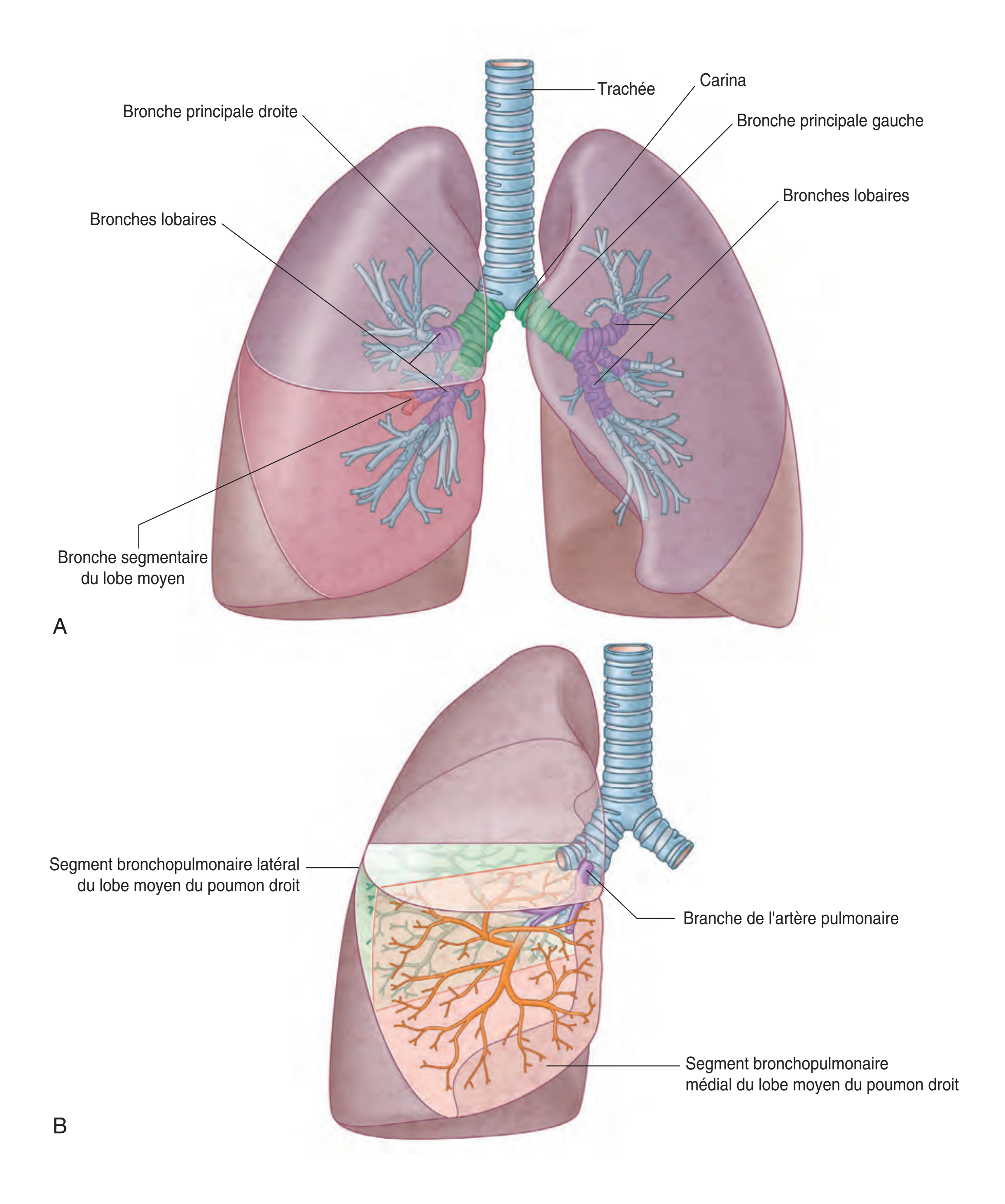
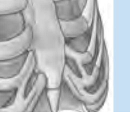


Figure 3.47 **A.** Arbre bronchique. **B.** Segments bronchopulmonaires.



divisions bronchiques aboutissant aux bronchioles, qui se subdivisent à leur tour pour former les alvéoles, qui représentent la surface respiratoire. La paroi des bronches est maintenue ouverte par des plaques allongées discontinues de cartilage. Ce cartilage n'est pas présent au niveau des bronchioles.

Segments bronchopulmonaires

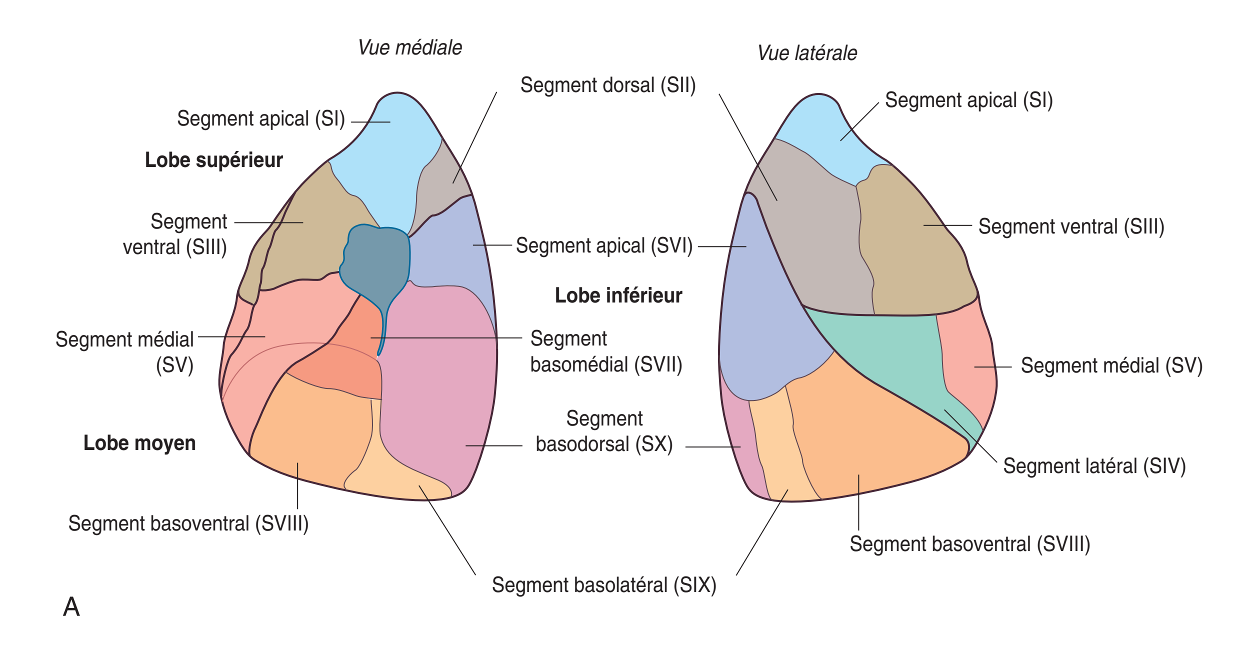
Un **segment bronchopulmonaire** est une zone du poumon desservie par une bronche segmentaire, accompagnée d'une branche de l'artère pulmonaire.

Les afférences de la veine pulmonaire sont situées de façon intersegmentaire entre les bords de chaque segment et autour.

Chaque segment bronchopulmonaire possède une forme irrégulière de cône, avec un apex au niveau de l'origine de la bronche segmentaire et une base qui se projette en périphérie sur la face du poumon.

Le segment bronchopulmonaire est la plus petite unité fonctionnelle indépendante du poumon et la plus petite partie qui peut être isolée et enlevée sans affecter les régions adjacentes.

Il existe dix segments bronchopulmonaires dans chaque poumon (fig. 3.48), certains fusionnant dans le poumon gauche.



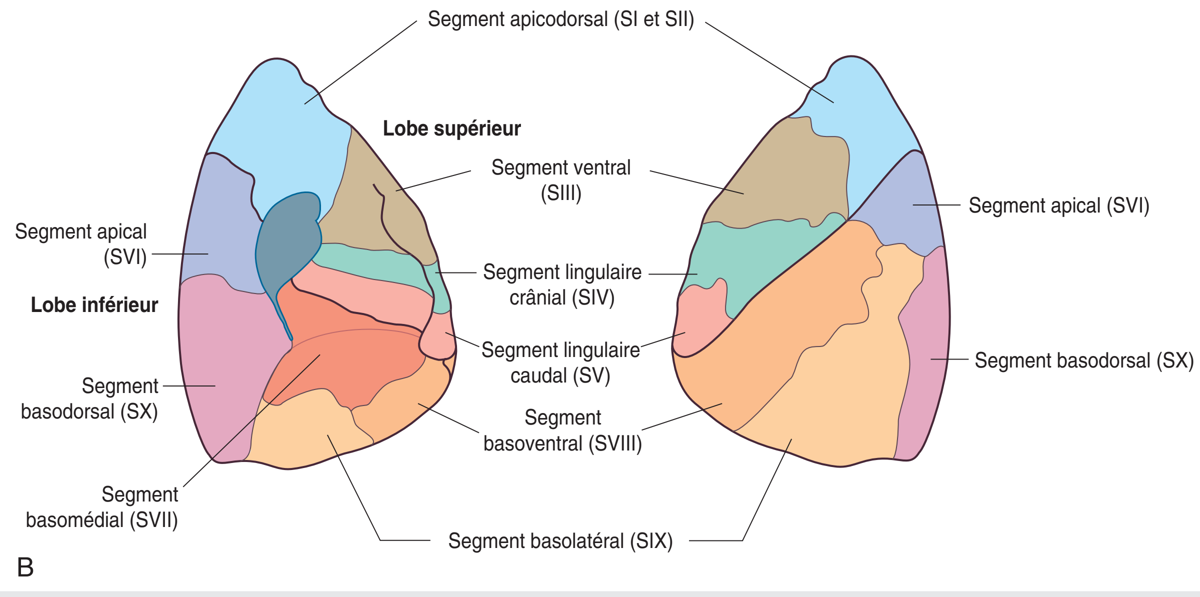


Figure 3.48 Segments bronchopulmonaires [S] (numérotés et nommés). **A.** Poumon droit. **B.** Poumon gauche.

Artères pulmonaires

Les artères pulmonaires droites et gauches sont issues du **tronc pulmonaire** et transportent du sang désoxygéné du ventricule droit du cœur jusqu'au poumon (fig. 3.49).

La bifurcation du tronc pulmonaire se situe à gauche de la ligne médiane, juste en dessous du niveau vertébral TIV–V, et antéro-inférieure et à gauche de la bifurcation de la trachée.

Artère pulmonaire droite

L'**artère pulmonaire droite** est plus longue que la gauche et traverse horizontalement le médiastin (fig. 3.49). Elle passe :

- en avant et légèrement en position inférieure par rapport à la bifurcation trachéale, et en avant de la bronche principale droite ;
- en arrière de l'aorte ascendante, de la veine cave supérieure et de la veine pulmonaire droite supérieure.

L'artère pulmonaire droite entre dans la racine du poumon et donne naissance à une grosse branche pour le lobe supérieur du poumon. Le vaisseau principal continue à travers le hile du poumon et donne naissance à une seconde branche (récurrente) pour le lobe supérieur, puis se divise ensuite pour vasculariser les lobes moyen et inférieur.

Artère pulmonaire gauche

L'**artère pulmonaire gauche** est plus courte que la droite. Elle se situe en avant de l'aorte descendante et en arrière de la veine pulmonaire supérieure (fig. 3.49). Elle traverse la racine et le hile pour se diviser dans le poumon.

Veines pulmonaires

Dans le poumon gauche et dans le poumon droit se trouvent une **veine pulmonaire inférieure** et une **veine pulmonaire supérieure** ; celles-ci transportent du sang oxygéné depuis les poumons jusqu'au cœur (fig. 3.49). Les veines prennent naissance au niveau du hile du poumon, puis passent à travers la racine du poumon et se drainent dans l'atrium gauche.

Artères et veines bronchiques

Les artères et les veines bronchiques (fig. 3.49) constituent le réseau vasculaire « nutritif » des tissus pulmonaires (parois bronchiques, glandes, parois des gros vaisseaux, plèvre viscérale). Ce réseau peut établir des interconnexions dans le poumon avec les branches des artères et des veines pulmonaires.

Les artères bronchiques prennent naissance au niveau de l'aorte thoracique ou de l'une de ses branches :

- une **artère bronchique droite**, unique, naît normalement de la troisième artère intercostale postérieure (mais peut occasionnellement naître de l'**artère bronchique supérieure gauche**) ;
- deux **artères bronchiques gauches** naissent directement de la face antérieure de l'aorte thoracique – l'**artère bronchique supérieure gauche** naît au niveau vertébral TV, tandis que l'**artère bronchique inférieure** naît au-dessous de la bronche principale gauche.

Les artères bronchiques cheminent sur la face postérieure des bronches et se ramifient dans le poumon pour vasculariser les tissus pulmonaires.

Les veines bronchiques se drainent dans :

- les veines pulmonaires ou l'atrium gauche ;
- a veine azygos du côté droit, la veine intercostale supérieure ou la veine hémiazygos à gauche.

Figure 3.49 Vaisseaux pulmonaires. **A.** Vue antérieure schématique. **B.** Tomodensitométrie (TDM) en coupe transversale montrant l'artère pulmonaire gauche et sa naissance du tronc pulmonaire. **C.** TDM en coupe transversale (juste au-dessous de l'image **B**) montrant l'artère pulmonaire droite et sa naissance sur le tronc pulmonaire.

Innervation

Les éléments des poumons et la plèvre viscérale sont innervés par des afférences et efférences viscérales contenues dans le plexus pulmonaire antérieur et le plexus pulmonaire postérieur (fig. 3.50). Ces plexus interconnectés se situent en avant et en arrière de la bifurcation trachéale et des bronches principales. Le plexus antérieur est plus petit que le plexus postérieur.

Les fibres de ces plexus, qui proviennent des troncs sympathiques et des nerfs vagues, se distribuent le long des branches des voies aériennes et des vaisseaux.

Les fibres efférentes viscérales issues :

- des nerfs vagues provoquent la constriction des bronchioles ;
- du système sympathique dilatent les bronchioles.

Drainage lymphatique

Les lymphatiques superficiels, subpleuraux et profonds du poumon se drainent dans des nœuds appelés **nœuds trachéobronchiques**, situés autour des racines des bronches principales et lobaires, et sur les faces latérales de la trachée (fig. 3.51). Ces groupes de nœuds se drainent hors du poumon en traversant le hile et la racine dans le médiastin postérieur.

Les vaisseaux efférents de ces nœuds passent le long de la trachée pour s'anastomoser avec les vaisseaux des nœuds parasternaux et brachiocéphaliques, qui sont antérieurs aux veines brachiocéphaliques dans le médiastin supérieur, et forment les **troncs bronchomédiastinaux droit** et **gauche**. Ces troncs se drainent directement dans les veines profondes de la base du cou, dans le tronc lymphatique droit ou dans le conduit thoracique.

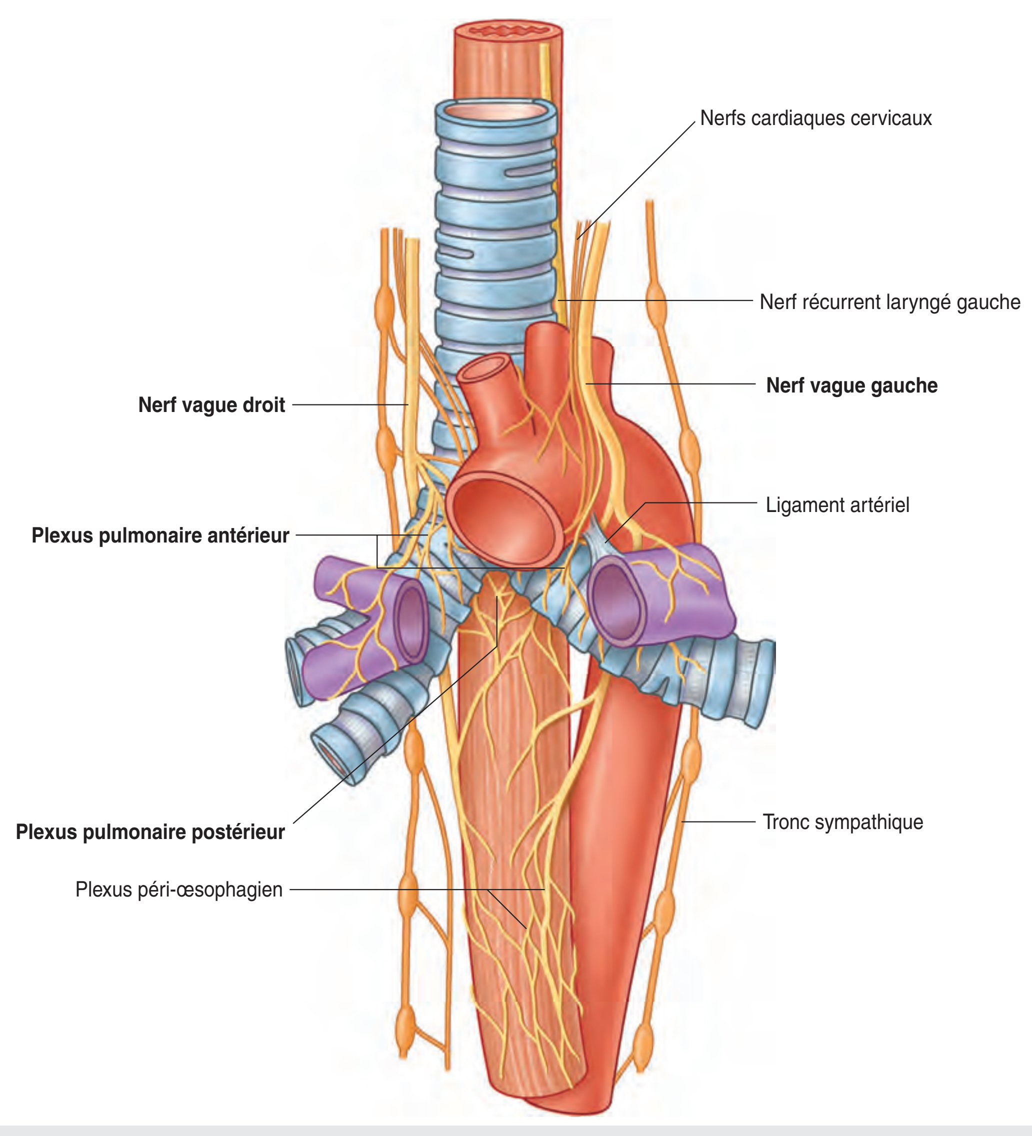


Figure 3.50 Innervation pulmonaire.

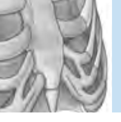


Figure 3.51 Drainage lymphatique des poumons.

En clinique

Imagerie pulmonaire

L'imagerie médicale des poumons est importante car cet organe est l'un des plus touchés au cours des différentes maladies. Au repos, les poumons permettent des échanges d'air de l'ordre de 5 litres par minute, et cet air peut contenir des éléments pathogènes ou des éléments irritants (par exemple des allergènes). Les techniques de visualisation des poumons comportent la réalisation de radiographies ou d'examens tomodensitométriques de haute résolution, qui permettent de localiser une éventuelle lésion intrapulmonaire.

En clinique

Tomodensitométrie pulmonaire à haute résolution

La tomodensitométrie à haute résolution est une méthode diagnostique pour explorer les poumons mais, plus spécifiquement, l'interstitium des poumons. La technique permet d'obtenir des coupes tous les 1 à 2 mm. Ces scanners permettent au clinicien et au radiologue de visualiser les caractères et localisations des maladies. Les affections qui peuvent être aisément révélées par cette technique sont l'emphysème (fig. 3.52), les pneumoconioses (pneumoconiose des travailleurs du charbon) et l'asbestose. La TDM haute résolution est aussi utile dans le suivi régulier des patients porteurs d'une maladie interstitielle pour contrôler la progression de la pathologie.

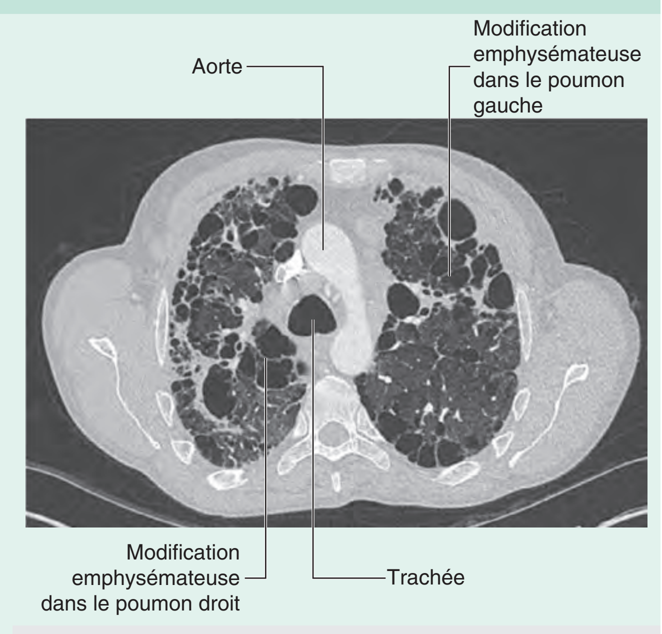
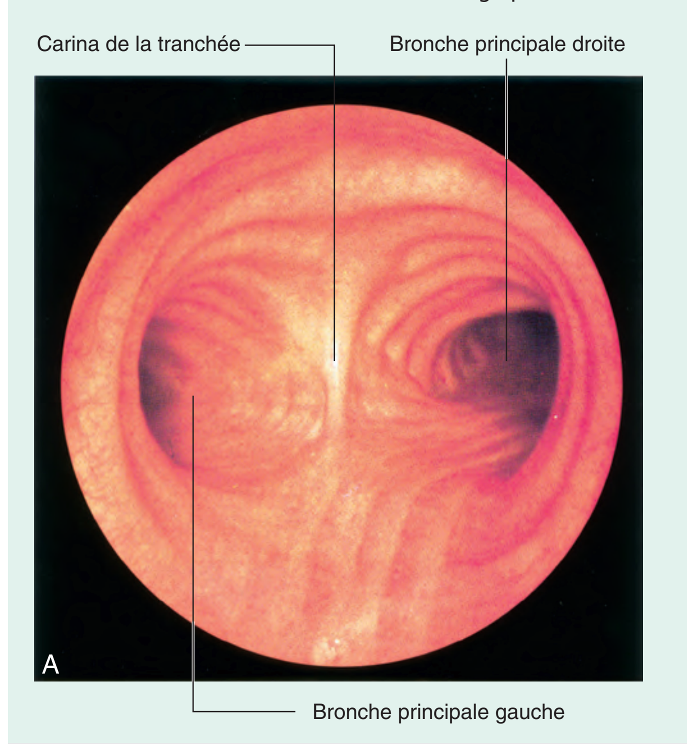


Figure 3.52 TDM haute résolution chez un patient ayant un emphysème.

En clinique

Fibroscopie bronchique

Les patients susceptibles d'être porteurs d'une lésion endobronchique peuvent bénéficier d'une fibroscopie bronchique, afin d'évaluer l'envahissement de la trachée et des bronches principales (fig. 3.53). Le bronchoscope est passé à travers le nez dans l'oropharynx, puis est dirigé par manipulation extérieure entre les cordes vocales jusque dans la trachée, permettant d'examiner les bronches et de faire, si nécessaire, de petites biopsies. La bronchoscopie peut aussi être utilisée en combinaison avec l'échographie (une technique appelée échographie endobronchique ou *endobronchial ultrasound* [EBUS]). Une sonde d'échographie est insérée à travers un canal de travail du bronchoscope pour visualiser les parois des voies aériennes et les structures adjacentes. L'EBUS favorise la localisation précise de la lésion et permet ainsi un rendement diagnostique supérieur. Elle peut être utilisée pour l'échantillonnage des nœuds lymphatiques médiastinaux et hilaires ou pour guider une biopsie transbronchique de nodules pulmonaires.



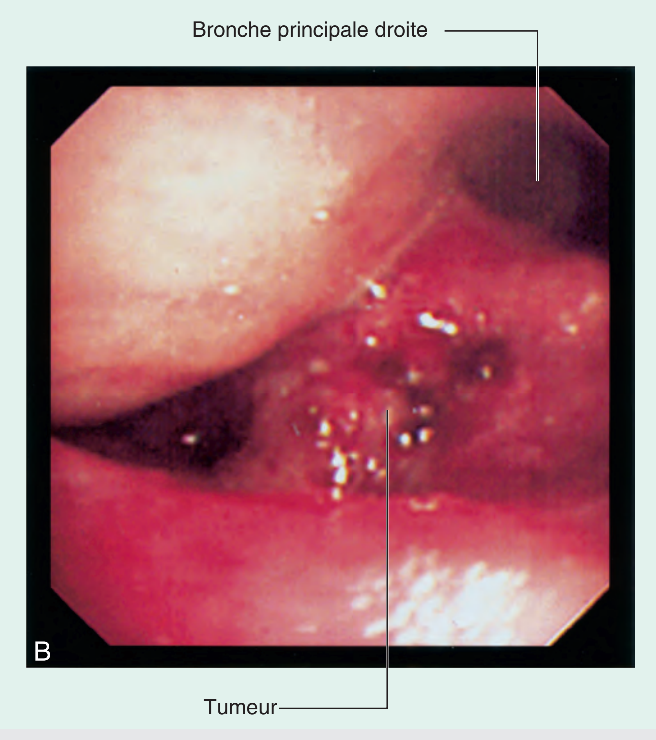


Figure 3.53 Image de fibroscopie bronchique **A.** Partie terminale de la trachée et divisions en bronches principales. **B.** Image tumorale au niveau de la carina.

En clinique

Cancer du poumon

Il est important de déterminer le stade de développement d'un cancer du poumon car le traitement dépend de son évolution.

Si un petit nodule malin est retrouvé, il est possible d'en faire l'exérèse et le pronostic est alors excellent. Malheureusement, de nombreux patients présentent, au moment du diagnostic clinique, des masses tumorales qui envahissent les structures du médiastin ou la plèvre, ou qui ont essaimé des métastases. La tumeur est alors inopérable et le traitement consiste à réaliser de la radiothérapie et de la chimiothérapie.

L'extension tumorale va se faire par l'intermédiaire des vaisseaux lymphatiques du hile, du médiastin et de la racine du cou.

Un des facteurs clés du pronostic et de la possibilité de guérir la maladie est l'existence de métastases. Les examens permettant un bilan d'extension de la tumeur comprennent la radiographie pulmonaire (fig. 3.54A), le scanner thoracique (fig. 3.54B), l'imagerie par résonance magnétique (IRM). De façon croissante, la tomographie par émission de positons au fluorodésoxyglucose (TEP FDG ; fig. 3.54C) est utilisée.

Pour la TEP FDG, un émetteur de radiation γ est fixé à une molécule de glucose. Celle-ci va se fixer préférentiellement dans les aires de haute activité métabolique (tumorale). La mesure de l'activité de ces aires est ensuite visualisée par la γ caméra.

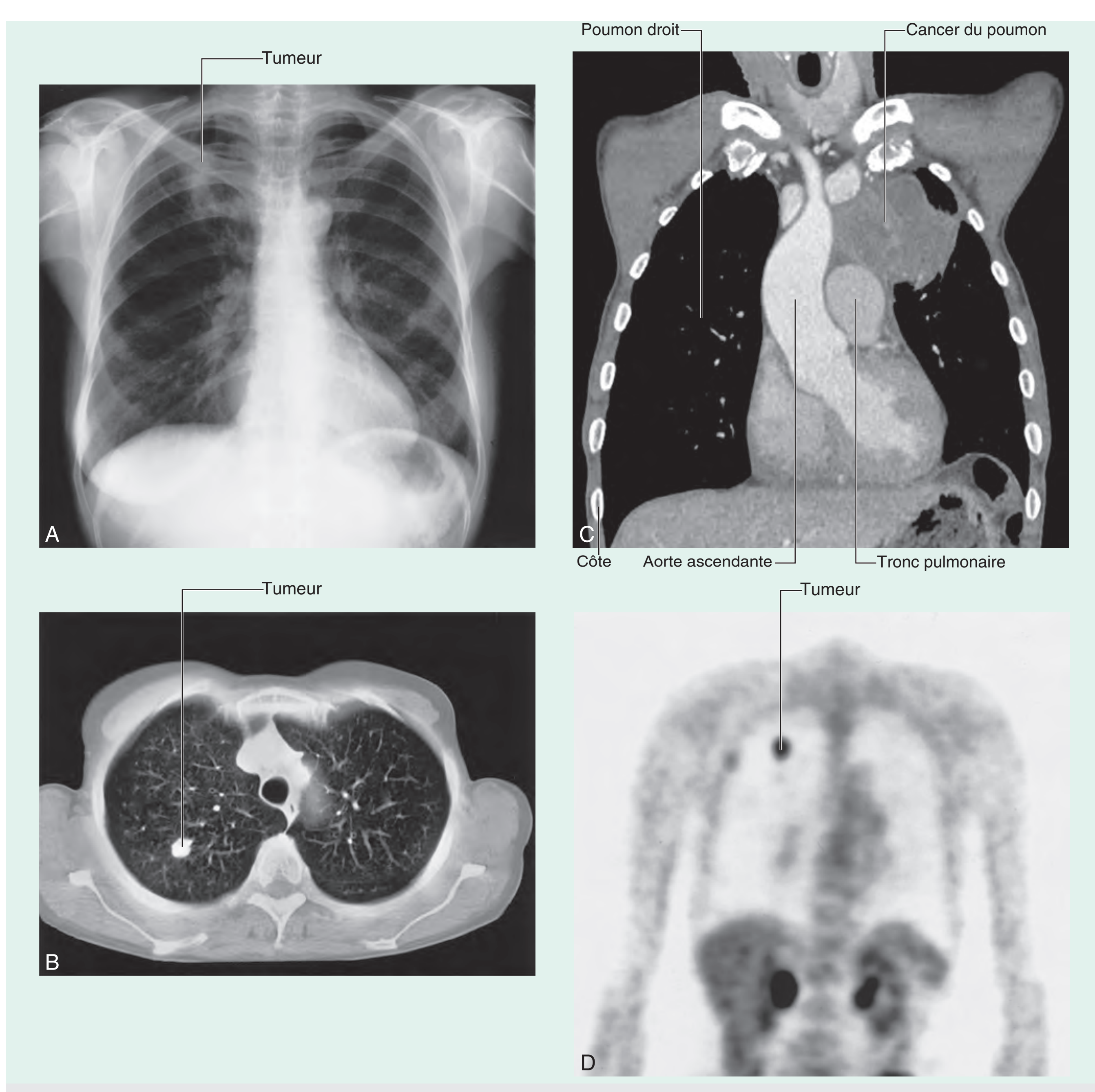


Figure 3.54 Imagerie des poumons montrant une tumeur du poumon droit. **A.** Radiographie du thorax de face. **B.** Scanner thoracique en coupe transversale. **C.** Coupe TDM coronale des poumons montrant une tumeur du poumon gauche développée dans le médiastin. **D.** Scintigraphie TEP FDG.

MÉDIASTIN

Le **médiastin** est la région centrale qui sépare les deux cavités pleurales situées latéralement (fig. 3.55). Il s'étend :

- du sternum aux corps vertébraux ;
- et de l'ouverture thoracique supérieure au diaphragme (fig. 3.56).

Le médiastin contient le thymus, le sac péricardique, le cœur, la trachée et les gros vaisseaux.

Le médiastin est une zone de passage vers, ou en provenance de, l'abdomen pour l'œsophage, le conduit thoracique et différents éléments du système nerveux.

Le médiastin peut être divisé en plusieurs petites régions. Un plan transversal, qui s'étend de l'angle sternal (jonction entre le manubrium et le corps du sternum) au disque intervertébral situé entre les vertèbres TIV et TV, sépare le médiastin en deux parties :

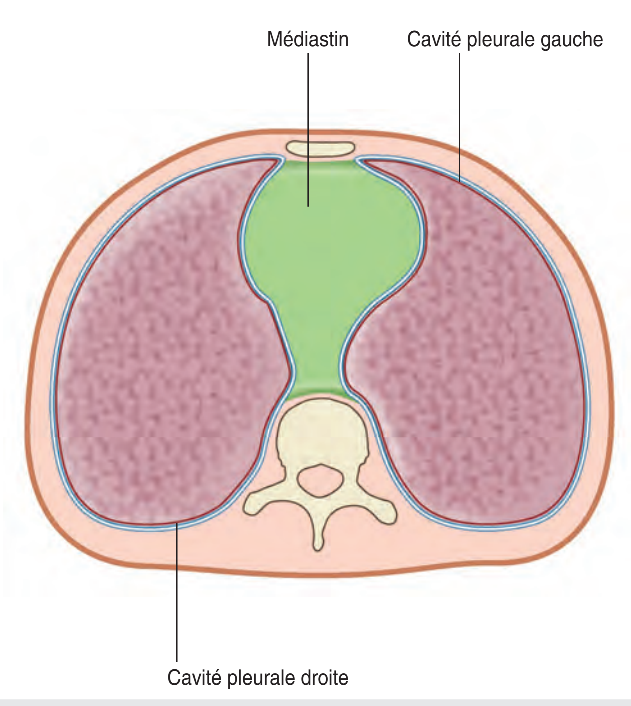


Figure 3.55 Coupe transverse du thorax montrant la position du médiastin.

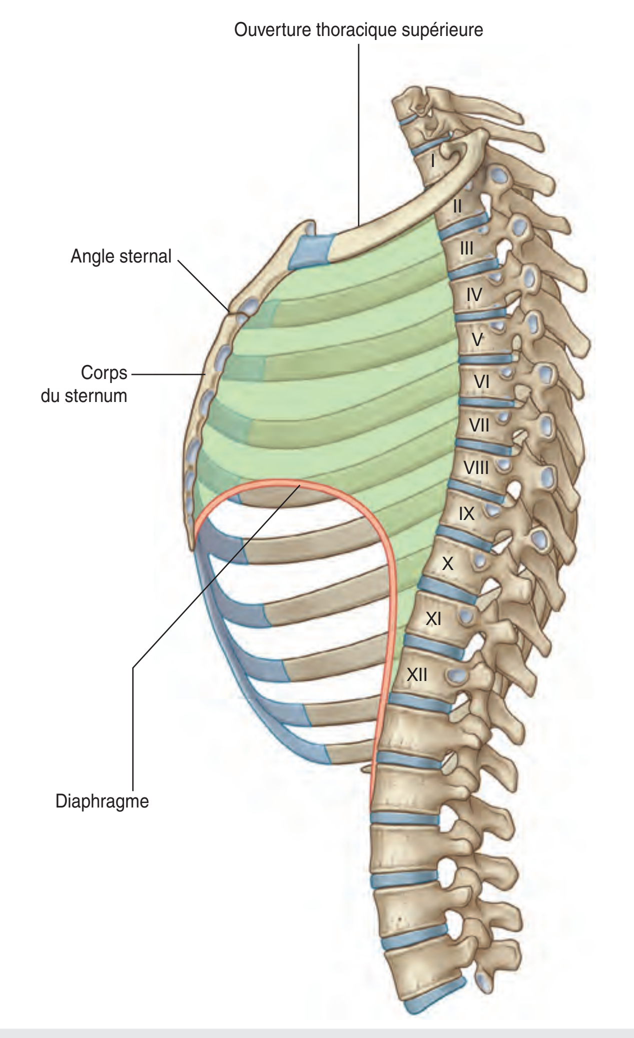


Figure 3.56 Vue latérale du médiastin.

- le **médiastin supérieur** ;
- le **médiastin inférieur**, qui est lui-même subdivisé par le sac péricardique en **médiastins antérieur**, **moyen** et **postérieur**.

La région antérieure au sac péricardique et en arrière du corps du sternum correspond au médiastin antérieur. La région en arrière du sac péricardique et du diaphragme et en avant des corps vertébraux correspond au médiastin postérieur. La région du milieu, qui inclut le sac péricardique et son contenu, correspond au médiastin moyen (fig. 3.57).

Médiastin antérieur

Le **médiastin antérieur** est situé en arrière du corps du sternum et en avant du sac péricardique (voir fig. 3.57) :

- sa limite supérieure correspond au plan transversal passant par l'angle sternal et le disque intervertébral entre les vertèbres TIV et TV, qui le sépare du médiastin supérieur ;

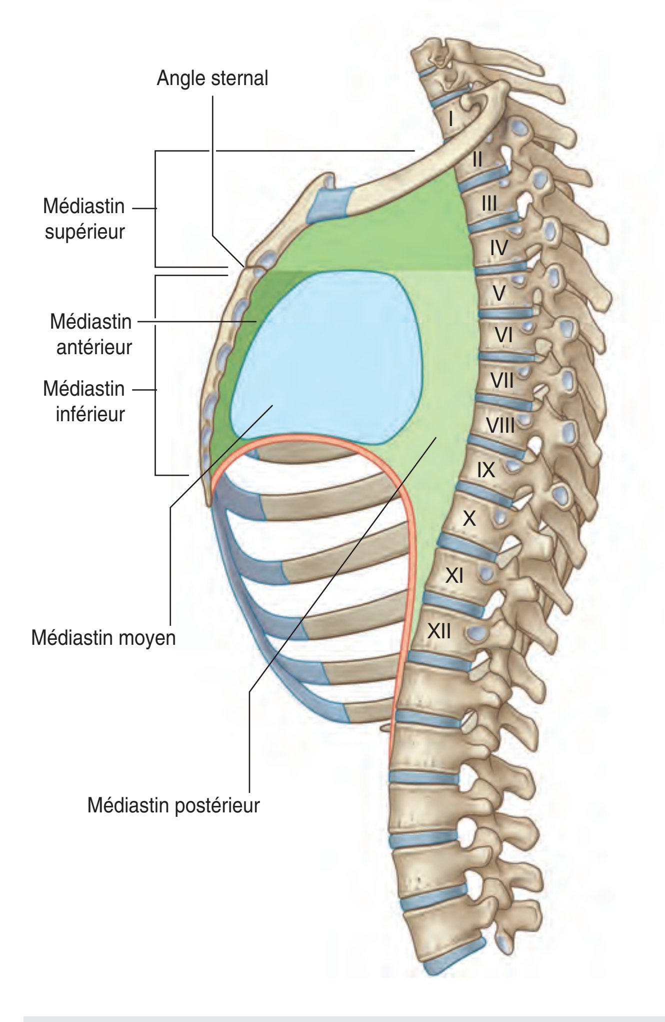


Figure 3.57 Subdivisions du médiastin.

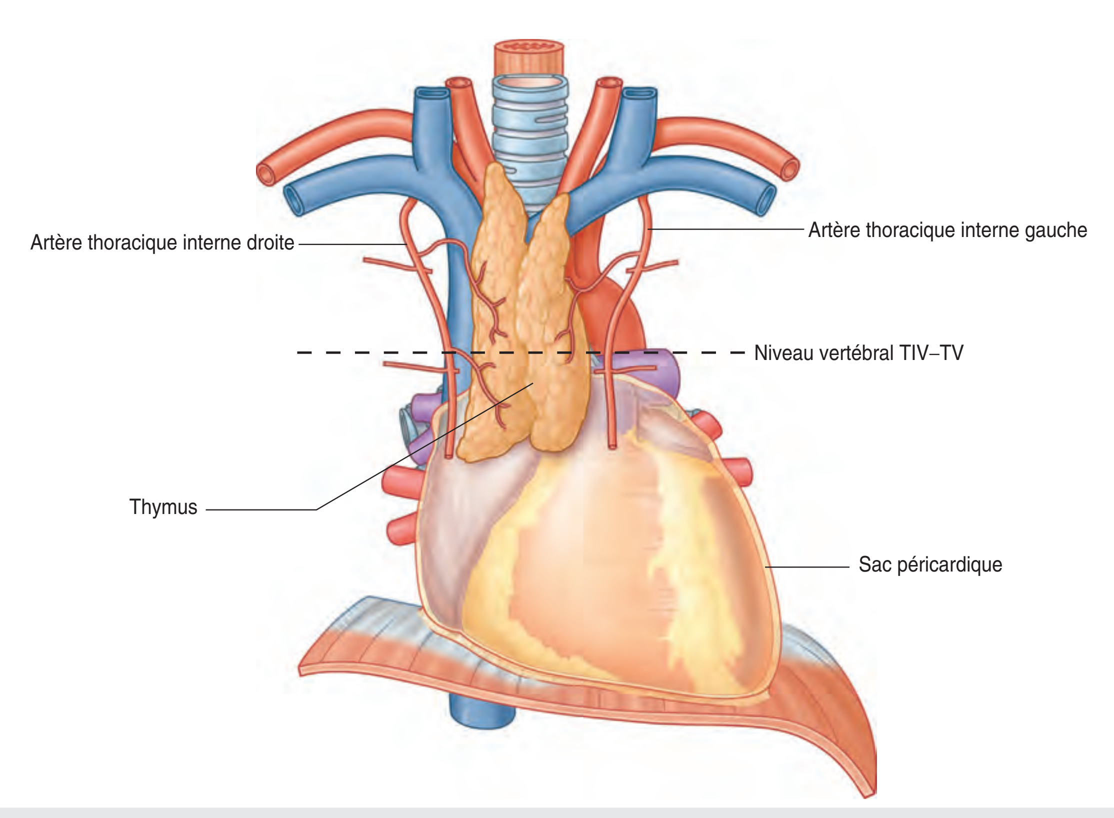


Figure 3.58 Thymus.

- sa limite inférieure correspond au diaphragme ;
- latéralement, il est bordé par la portion médiastinale de la plèvre pariétale de chaque côté.

La principale structure située dans le médiastin antérieur est une portion inférieure du thymus, déjà décrite précédemment (fig. 3.58). Le médiastin antérieur contient également de la graisse, du tissu conjonctif, des nœuds lymphatiques, des branches médiastinales issues des vaisseaux thoraciques internes, et les ligaments sternopéricardiques, qui relient la face postérieure du corps du sternum au péricarde fibreux.

Médiastin moyen

Le **médiastin moyen** se situe au centre de la cavité thoracique. Il contient le péricarde, le cœur, l'origine des gros vaisseaux, des nerfs et de plus petits vaisseaux.

Péricarde

Le **péricarde** est un sac sérofibreux qui entoure le cœur et les racines des gros vaisseaux. Il est formé de deux feuillets, le péricarde séreux et le péricarde fibreux (fig. 3.59).

Le **péricarde fibreux** est un solide tissu conjonctif dont la couche externe définit les limites du médiastin moyen. Le **péricarde séreux** est fin et est formé de deux parties :

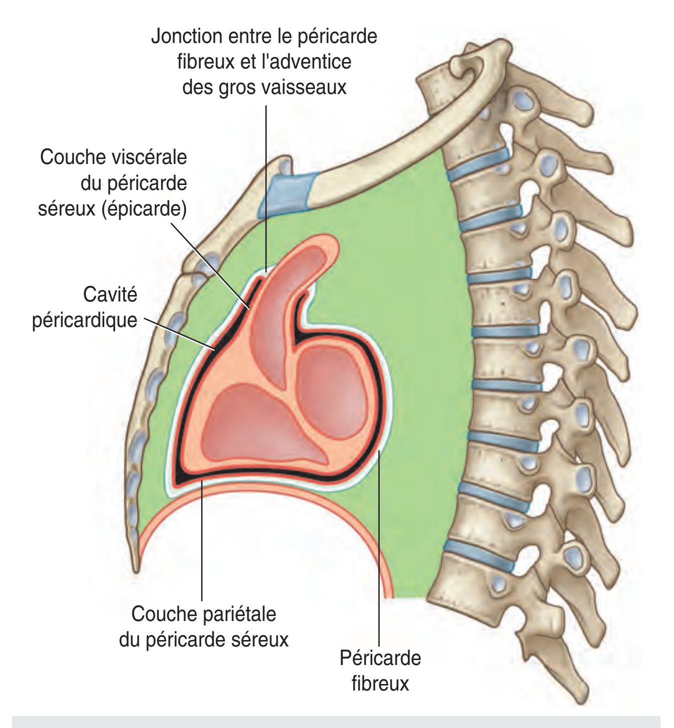
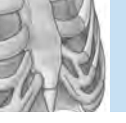


Figure 3.59 Coupe sagittale du péricarde.

- la **couche pariétale** du péricarde séreux qui tapisse la face profonde du péricarde fibreux ;
- la **couche viscérale** (**épicarde**) du péricarde séreux qui adhère au cœur et forme son enveloppe extérieure.



Les couches pariétale et viscérale du péricarde séreux sont en continuité au niveau de la racine des gros vaisseaux. L'espace étroit situé entre ces deux couches de péricarde séreux contient une petite quantité de liquide. Cette **cavité péricardique** autorise une relative liberté de mouvement au cœur.

Péricarde fibreux

Le **péricarde fibreux** est un sac en forme de cône, dont la base est située sur le diaphragme et dont le sommet est prolongé par l'**adventice** des gros vaisseaux (fig. 3.59). La base est fixée au **centre tendineux du diaphragme** et à une petite zone musculaire sur le côté gauche du diaphragme. En avant, il est attaché à la surface postérieure du sternum par les **ligaments sternopéricardiques**. Ces attaches maintiennent le cœur fixé dans la cavité thoracique. Le sac péricardique limite aussi la distension cardiaque.

Les nerfs phréniques innervent le diaphragme. Ils sont issus des nerfs spinaux C3 à C5, passent ensuite à travers le péricarde fibreux et cheminent sous celui-ci jusqu'à leur destination finale (fig. 3.60). Leur localisation sous le péricarde fibreux est directement en rapport avec l'origine embryologique du diaphragme et les changements qui se produisent pendant la formation des cavités péricardiques. De manière similaire, les **vaisseaux péricardophréniques** cheminent sous le péricarde fibreux lors de leur traversée de la cavité thoracique.

Figure 3.60 Nerfs phréniques et vaisseaux péricardophréniques.

Péricarde séreux

La couche pariétale du péricarde séreux est en continuité avec la couche viscérale du péricarde séreux au niveau de la racine des gros vaisseaux. Deux parties peuvent être distinguées dans cette zone de réflexion péricardique (fig. 3.61) :

- une partie supérieure se situe autour des artères, l'aorte et le tronc pulmonaire ;
- une partie plus postérieure se situe autour des veines, les veines caves supérieure et inférieure, ainsi que les veines pulmonaires.

La zone de réflexion qui entoure les veines a une forme de J, et le cul-de-sac formé dans le J, en arrière de l'atrium gauche, est nommé le **sinus oblique du péricarde**.

Le passage entre les deux sites de réflexion du péricarde séreux porte le nom de **sinus transverse du péricarde**. Ce sinus se situe en arrière de l'aorte ascendante et du tronc pulmonaire, en avant de la veine cave supérieure, et au-dessus de l'atrium gauche.

Quand le péricarde est ouvert en avant pendant la chirurgie, un doigt peut être placé dans ce sinus pour séparer les artères des veines. Une main placée sous l'apex du cœur et qui le relève permet de passer dans le sinus oblique.

Vaisseaux et nerfs

Le péricarde est vascularisé par des branches des artères thoraciques internes, péricardophréniques, musculophréniques et phréniques supérieures, ainsi que par l'aorte thoracique.

Les veines du péricarde se drainent dans le système veineux azygos et dans les veines thoraciques internes et phréniques supérieures.

Les nerfs qui innervent le péricarde proviennent des nerfs vagues (X), des troncs sympathiques et des nerfs phréniques.

Il est important de noter que les informations de sensation somatique (douleur) issues du péricarde pariétal sont transportées par des fibres afférentes des nerfs phréniques. Cela explique que les douleurs liées à un problème péricardique peuvent être projetées à la région supraclaviculaire de l'épaule ou latérale du cou, correspondant aux dermatomes C3, C4 et C5 de la moelle spinale.

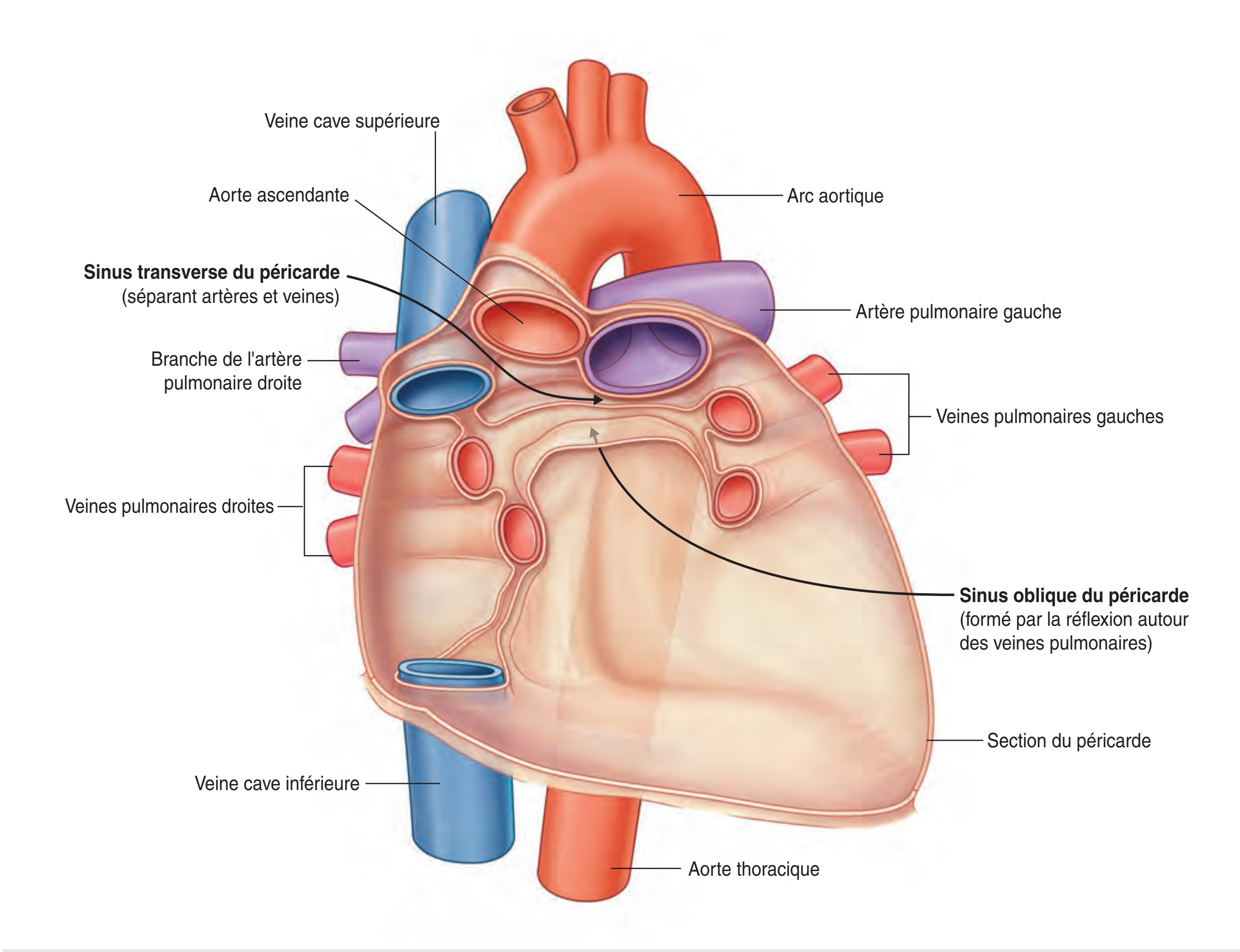
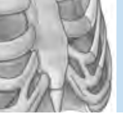


Figure 3.61 Partie postérieure du sac péricardique montrant les zones de réflexion du péricarde séreux.



En clinique

Péricardite

La péricardite est une inflammation du péricarde. Les causes les plus fréquentes de péricardite sont les maladies virales, bactériennes, systémiques (par exemple insuffisance rénale chronique) et les séquelles de l'infarctus du myocarde.

En cas de douleur thoracique, il convient de différencier péricardite et infarctus du myocarde, car le pronostic et les traitements de ces deux pathologies sont différents. Les patients qui souffrent de ces deux pathologies présentent des douleurs centrales dans la poitrine, qui peuvent irradier dans les bras. Toutefois, à la différence de l'infarctus du myocarde, la douleur du péricarde peut être soulagée par la position assise penchée en avant.

La réalisation d'un électrocardiogramme (ECG) permet de faire la différence entre ces deux pathologies. Il montre habituellement une élévation diffuse du segment ST. L'échocardiographie peut aussi être réalisée en cas de suspicion clinique d'épanchement péricardique.

En clinique

Épanchement péricardique

Normalement, il n'existe qu'une petite quantité de liquide entre les couches viscérale et pariétale du péricarde séreux. Dans certaines situations, cet espace peut être rempli par un excès de liquide (épanchement péricardique ; fig. 3.62).

Le péricarde fibreux étant une structure relativement fixée qui ne se déforme pas, cette accumulation de liquide va finir par comprimer le cœur (il s'agit de la tamponnade cardiaque), qui entraîne une compression des ventricules et leur dysfonctionnement. L'aspiration du liquide avec une aiguille et la levée de la compression font disparaître rapidement ces symptômes.

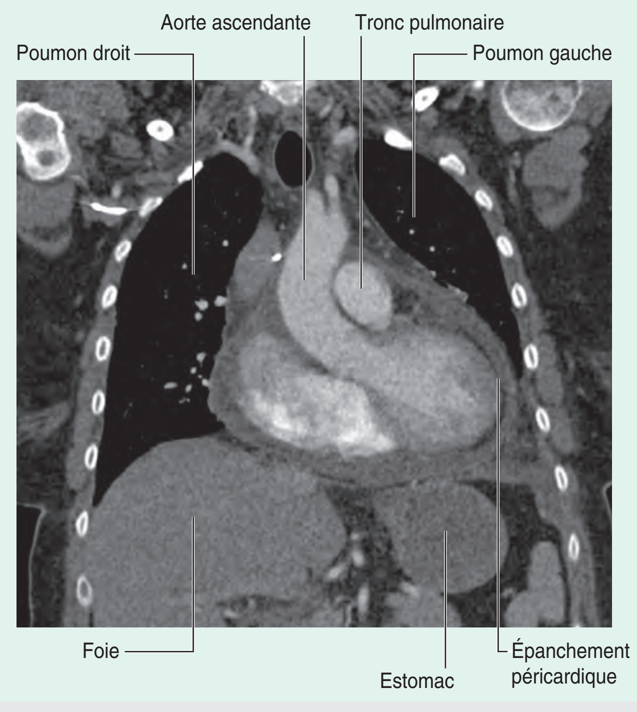


Figure 3.62 Coupe TDM montrant un épanchement péricardique.

En clinique

Péricardite constrictive

L'épaississement anormal du sac péricardique (péricardite constrictive), qui concerne habituellement le péricarde pariétal, mais qui peut aussi concerner la couche viscérale, peut comprimer le cœur, altérant la fonction cardiaque et provoquant une insuffisance cardiaque. La péricardite peut être aiguë, mais survient souvent de manière chronique lorsque l'épaississement par des dépôts de fibrine provoque l'inflammation péricardique, conduisant à une fibrose chronique et à des calcifications péricardiques. En conséquence, le remplissage normal pendant la phase diastolique du cycle cardiaque est sévèrement restreint. Le diagnostic peut être fait par l'examen des veines jugulaires au niveau du cou. Chez les sujets normaux, les veines jugulaires s'aplatissent lors de l'inspiration, tandis que chez les sujets présentant une péricardite constrictive, à l'inverse, les veines se dilatent à l'inspiration (signe de Kussmaul). Le traitement des péricardites constrictives consiste à ouvrir chirurgicalement le sac péricardique.

Cœur

Orientation du cœur

Le cœur possède une forme de pyramide couchée qui serait tombée et reposerait sur une de ces faces. Placé dans la cavité thoracique, l'apex de cette pyramide se projette en avant, vers le bas et vers la gauche, alors que la base est opposée à l'apex et se projette vers l'arrière (fig. 3.63). Les côtés de la pyramide sont :

- une face diaphragmatique inférieure, sur laquelle repose la pyramide ;
- une face antérieure (sternocostale) orientée vers l'avant ;
- une face pulmonaire droite ;
- une face pulmonaire gauche.

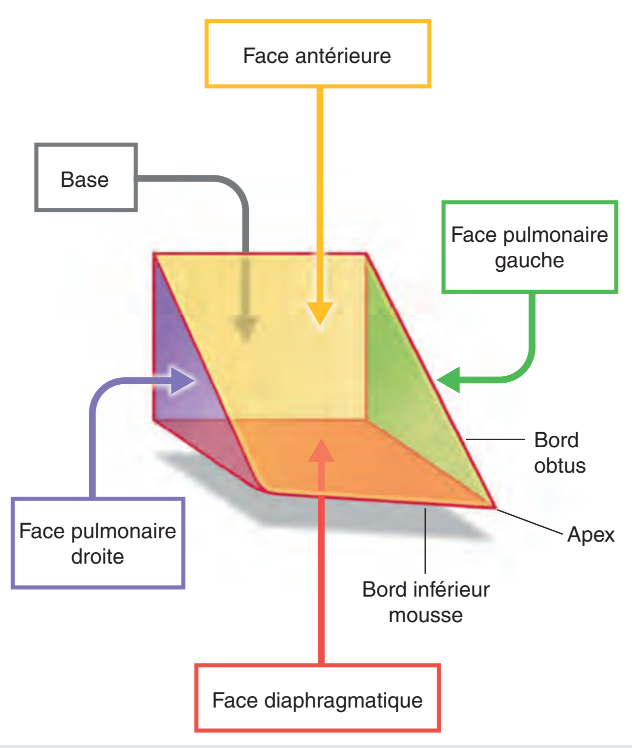


Figure 3.63 Illustration de la forme générale du cœur, de son orientation et de ses faces.

Base (face postérieure) et apex

La **base du cœur** présente une forme de quadrilatère et a une direction postérieure. Elle est formée :

- de l'atrium gauche ;
- d'une petite partie de l'atrium droit ;
- de la partie proximale des grosses veines (veines caves supérieure et inférieure et veines pulmonaires) (fig. 3.64).

La base du cœur est fixée en arrière à la paroi péricardique du fait de l'entrée des veines. Au niveau de la base, les veines caves inférieure et supérieure s'abouchent en haut et en bas dans l'atrium droit, tandis que les veines pulmonaires se drainent sur chacun des bords droit et gauche de l'atrium gauche. La base du cœur se trouve en regard des corps des vertèbres TV à TVIII (TVI à TIX en position debout). L'œsophage chemine immédiatement en arrière de la base du cœur.

De la base, le cœur se projette en avant, en bas et à gauche, pour terminer au niveau de l'apex. L'**apex du cœur** est formé de la partie inférolatérale du ventricule gauche (fig. 3.65) et est situé au niveau de la face profonde du cinquième espace intercostal, à 8 à 9 cm de la ligne médiosternale.

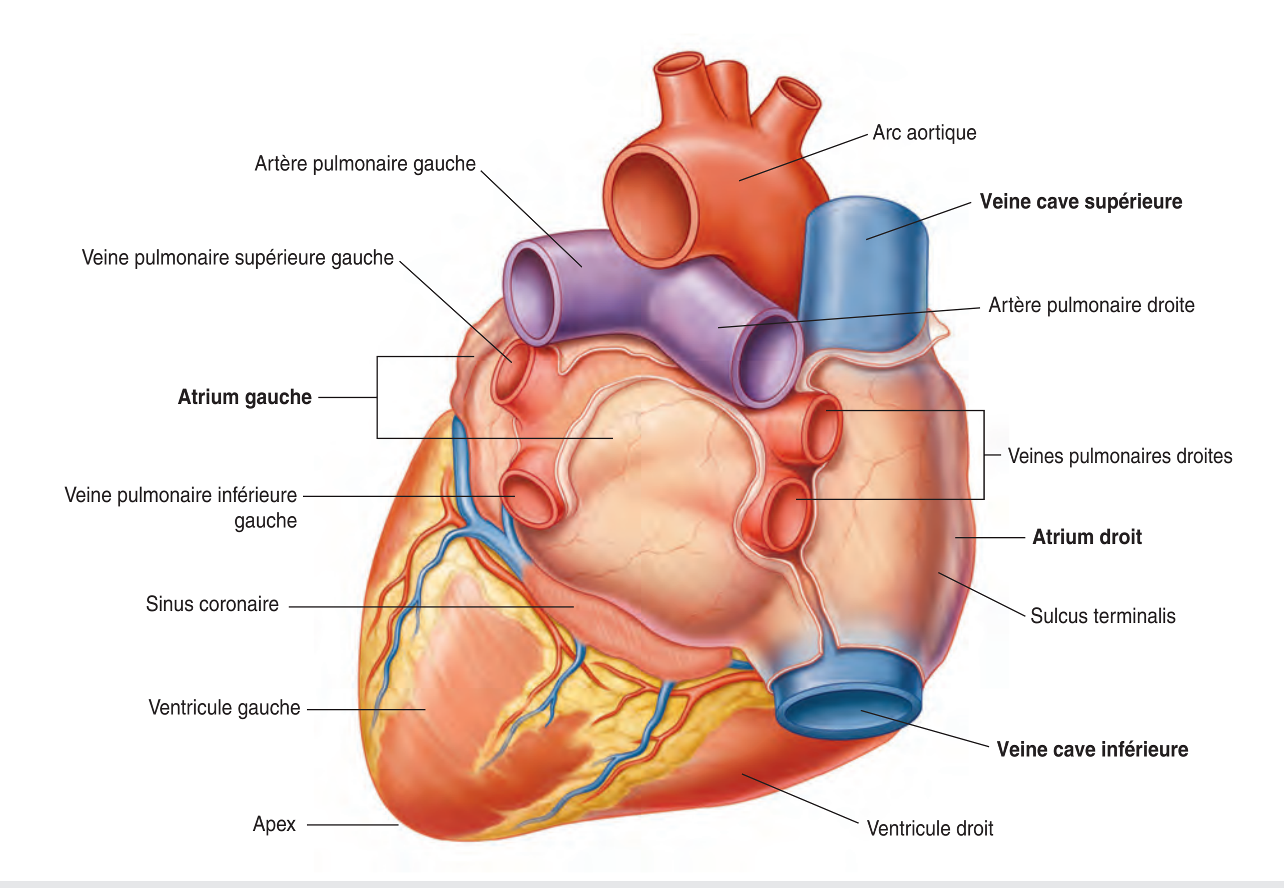


Figure 3.64 Base du cœur.

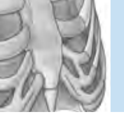


Figure 3.65 Face antérieure du cœur.

Faces du cœur

La **face antérieure du cœur** est orientée vers l'avant et elle est formée principalement du ventricule droit, d'une petite partie de l'atrium droit à droite et d'une petite partie du ventricule gauche à gauche (fig. 3.65).

Le cœur en position anatomique est posé sur sa **face diaphragmatique**, qui est formée du ventricule gauche et d'une petite partie du ventricule droit, séparés par le sillon interventriculaire postérieur (fig. 3.66). Cette face est orientée vers le bas et elle est au contact du diaphragme. Elle est séparée de la base du cœur par le sinus coronaire, et s'étend de la base à l'apex.

La **face pulmonaire gauche** est située contre le poumon gauche. Elle est large et convexe, et est formée du ventricule gauche et d'une partie de l'atrium gauche (fig. 3.66).

La **face pulmonaire droite** est située contre le poumon droit. Elle est large et convexe, et est formée de l'atrium droit (fig. 3.66).

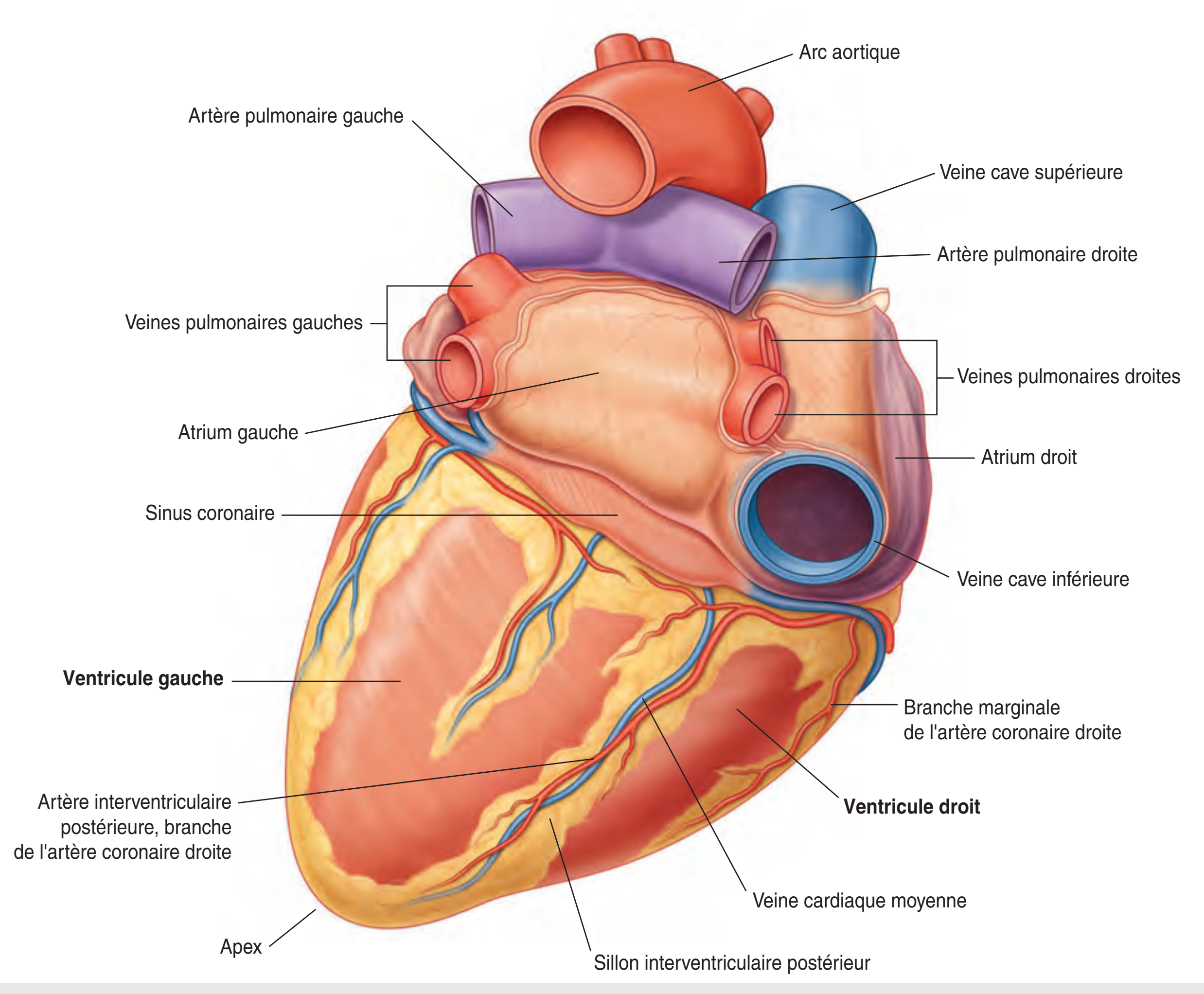


Figure 3.66 Face diaphragmatique du cœur.

Bords et limites

Les descriptions générales du cœur permettent d'identifier quatre bords – droit, gauche, inférieur et obtus :

- les **bords droit** et **gauche** sont comme les faces pulmonaires droite et gauche du cœur ;
- le **bord inférieur** est défini comme un bord tranchant situé entre les faces diaphragmatique et antérieure du cœur (fig. 3.63 et fig. 3.65). Il est formé principalement du ventricule droit et d'une petite partie du ventricule gauche près de l'apex ;
- le **bord obtus** sépare les faces pulmonaire gauche et antérieure (fig. 3.63). Il présente une forme arquée et se prolonge de l'auricule gauche à l'apex (fig. 3.65). Il est formé principalement du ventricule gauche et, vers le haut, d'une petite portion de l'auricule gauche.

Pour l'analyse radiologique, une bonne compréhension des structures qui délimitent les bords du cœur est indispensable.

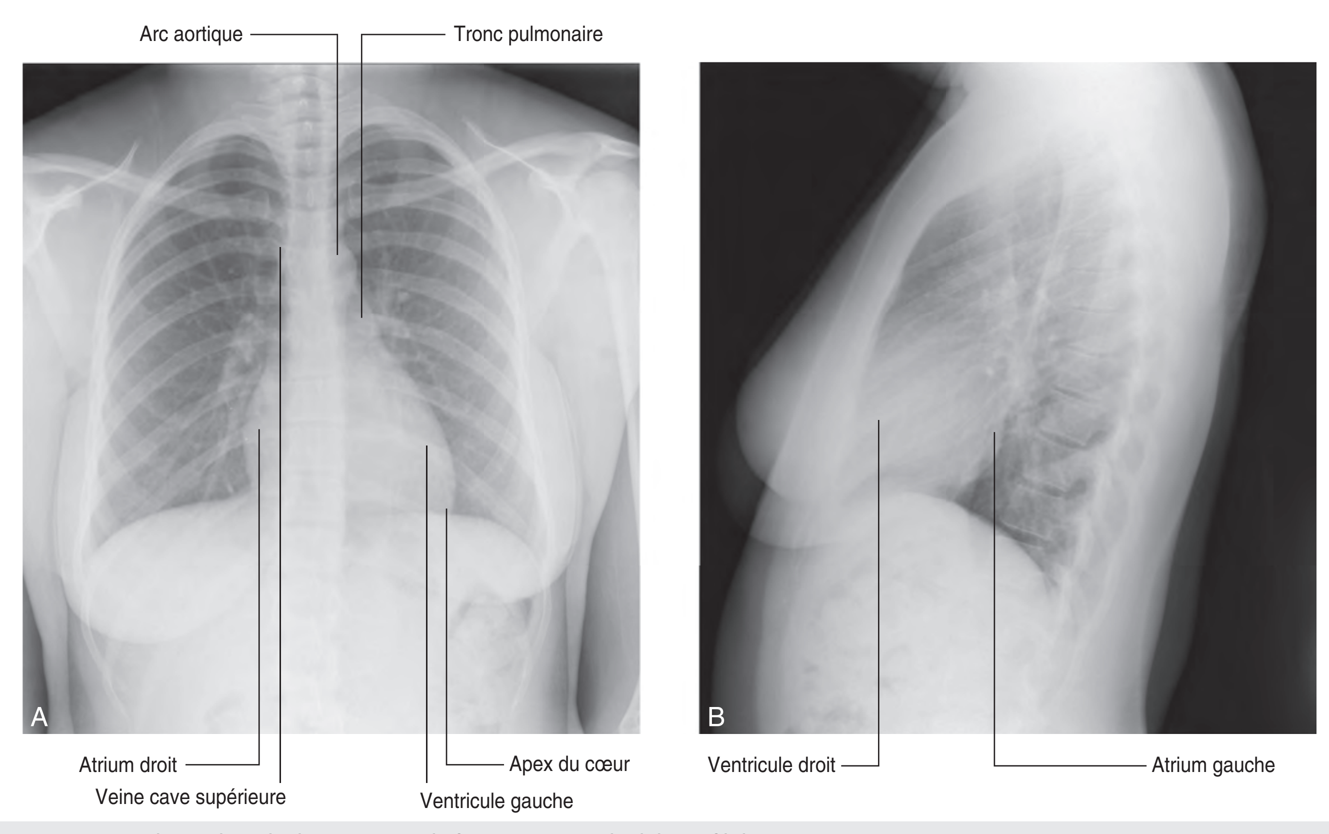


Figure 3.67 Radiographies de thorax. **A.** Vue de face. **B.** Vue standard de profil du cœur.

Le bord droit en position de face standard représente la veine cave supérieure, l'atrium droit et la veine cave inférieure (fig. 3.67A). Le bord gauche, dans une vue similaire, est formé de l'arc aortique, de l'artère pulmonaire, de l'auricule gauche et du ventricule gauche. Le bord inférieur radiographique représente le ventricule droit et le ventricule gauche au niveau de l'apex. Sur une vue de profil, le ventricule droit apparaît en avant, alors que le ventricule gauche apparaît postérieur (fig. 3.67B).

Sillon externe

Le cœur est divisé en quatre chambres (deux atriums et deux ventricules) par des cloisons internes, qui produisent sur sa surface externe des sillons appelés sulcus.

Le **sillon coronaire** fait le tour du cœur, en séparant les atriums des ventricules (fig. 3.68). Il contient l'artère coronaire droite, la petite veine cardiaque, le sinus coronaire et la branche circonflexe de l'artère coronaire gauche.

Les **sillons interventriculaires antérieur** et **postérieur** séparent les deux ventricules. Le sillon interventriculaire antérieur est situé sur la face antérieure du cœur et contient l'artère interventriculaire antérieure et la grande veine cardiaque. Le sillon interventriculaire postérieur est situé sur la face diaphragmatique du cœur et contient l'artère interventriculaire postérieure et la veine cardiaque moyenne.

Ces sillons se rejoignent à la face inférieure et juste à droite par rapport à l'apex du cœur.

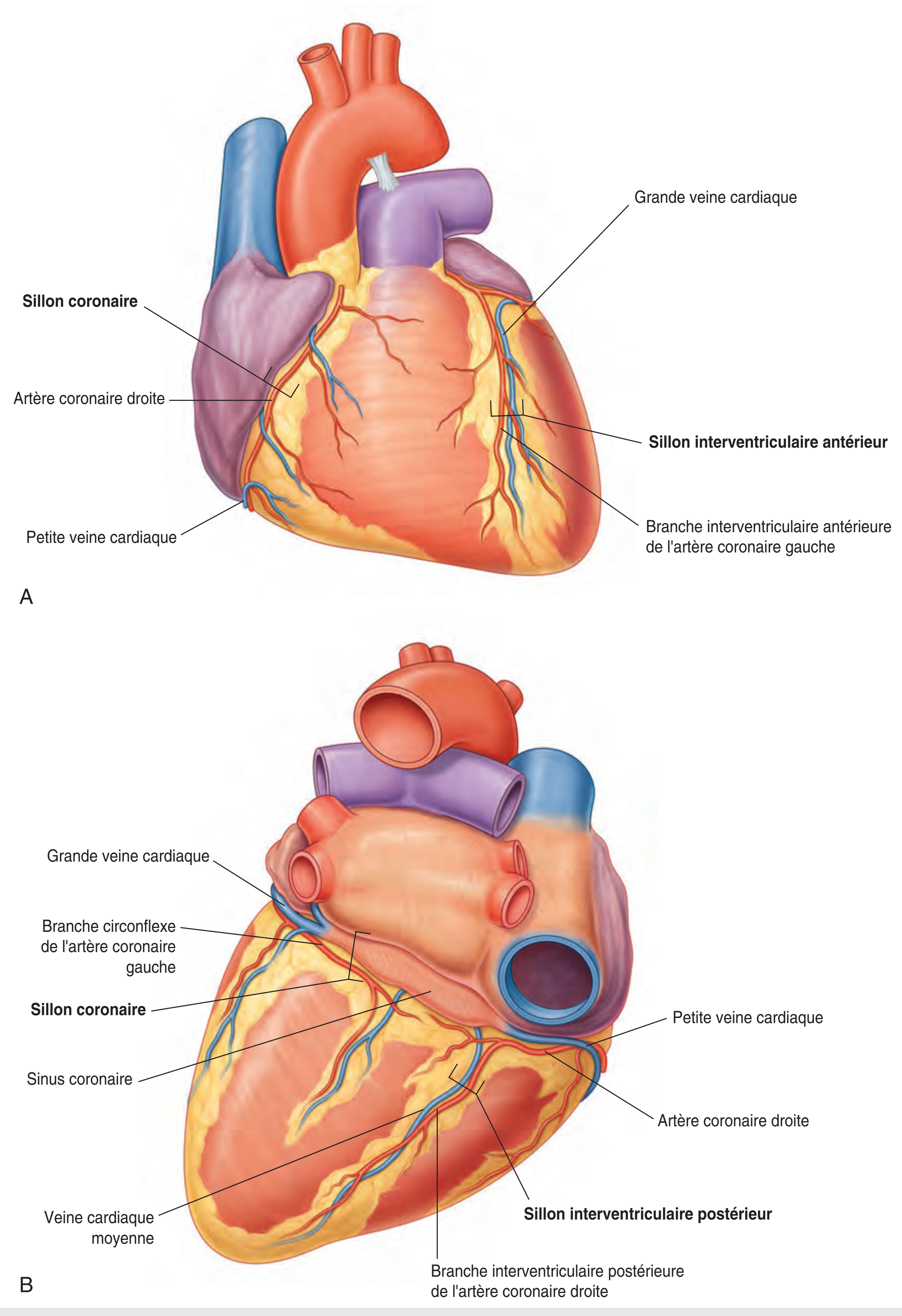


Figure 3.68 Sillons du cœur. **A.** Face antérieure du cœur. **B.** Face diaphragmatique et base du cœur.

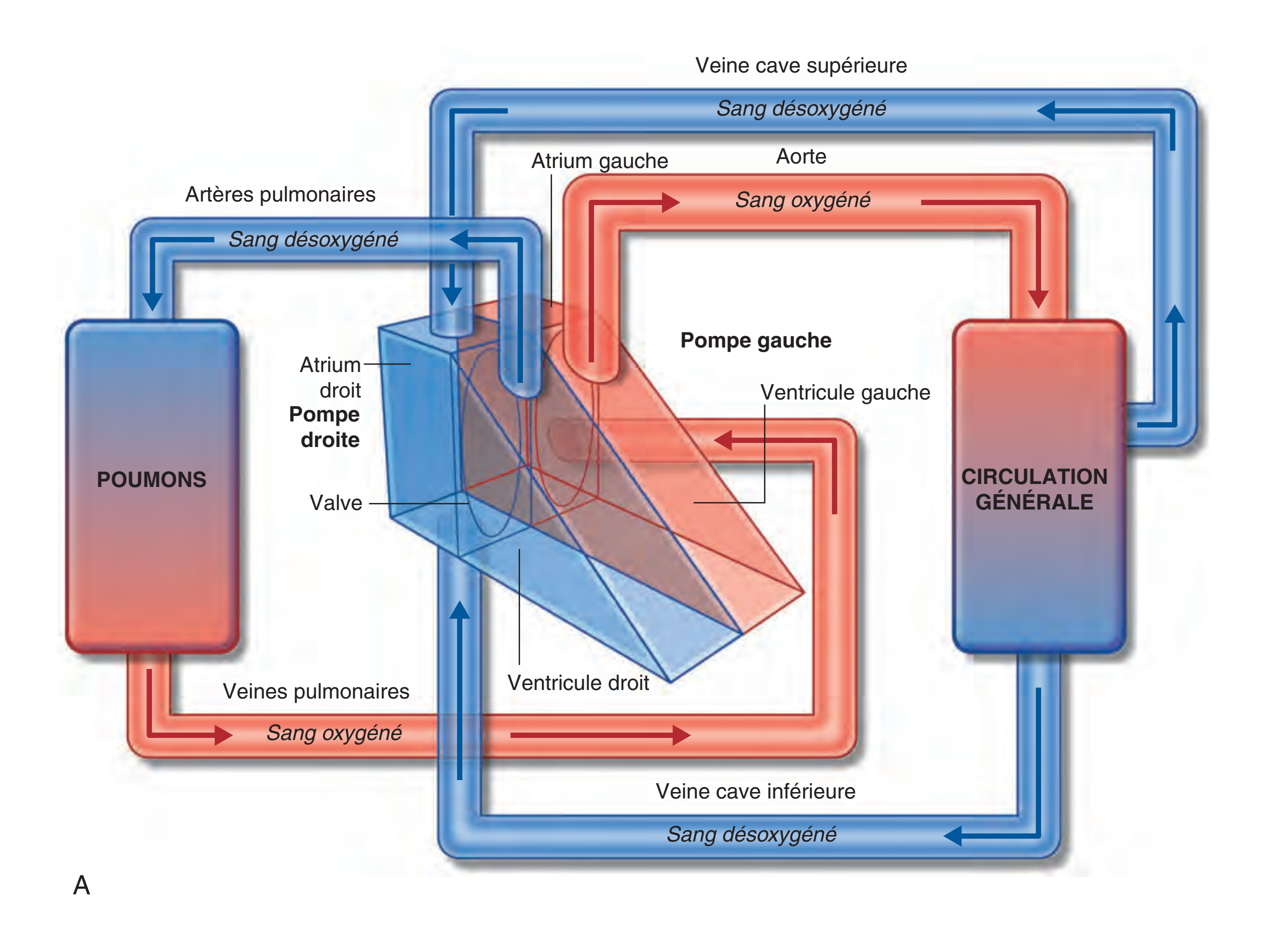
Cavités cardiaques

Le cœur fonctionne comme deux pompes séparées par une cloison médiane (fig. 3.69A). La pompe droite reçoit le sang désoxygéné du corps et l'envoie aux poumons. La pompe gauche reçoit le sang oxygéné des poumons et l'envoie dans la circulation générale. Chaque pompe est formée d'un atrium et d'un ventricule séparé par une valve.

Les atriums, qui reçoivent le sang qui arrive au cœur, ont une paroi fine, alors que la paroi des ventricules est épaisse pour pomper le sang hors du cœur.

Il faut plus de force pour éjecter le sang vers la circulation générale que vers les poumons, ce qui explique que la paroi du ventricule gauche est plus épaisse que celle du ventricule droit.

Des septums interatrial, interventriculaire et interatrioventriculaire séparent les quatre cavités du cœur (fig. 3.69B). L'anatomie interne de chaque chambre dépend de sa fonction.



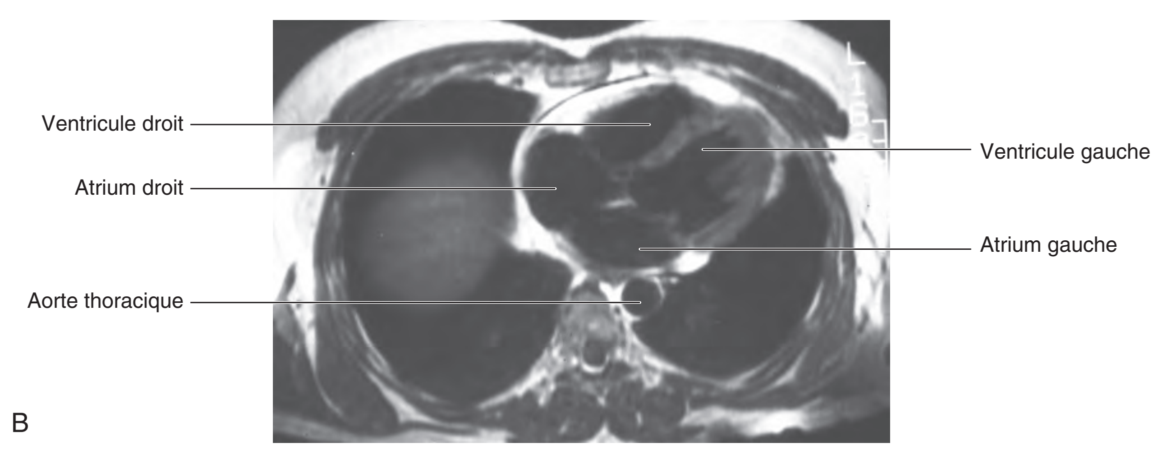


Figure 3.69 **A.** Le cœur avec ses deux pompes. **B.** IRM du thorax montrant les quatre cavités cardiaques et les septums.

Atrium droit

En position anatomique, le bord droit du cœur est formé par l'**atrium droit**. Cette cavité fait aussi partie de la portion droite de la face antérieure du cœur.

Le sang qui revient à l'atrium droit passe par un des trois vaisseaux suivants :

- les veines caves supérieure et inférieure qui drainent le sang de la circulation générale du corps vers le cœur ;
- le sinus coronaire, qui draine le sang de la paroi cardiaque.

La veine cave supérieure se draine dans la partie supéropostérieure de l'atrium droit, tandis que la veine cave inférieure et le sinus coronaire se drainent dans la partie inféropostérieure de ce même atrium.

À partir de l'atrium droit, le sang va passer dans le ventricule droit par l'**ostium atrioventriculaire droit**. Cet orifice orienté vers l'avant et médialement est fermé pendant les contractions du ventricule par la valve tricuspide.

L'intérieur de l'atrium droit est divisé en deux espaces continus. Sur la face externe, cette séparation est marquée par un sillon peu profond (le **sulcus terminalis de His**), qui s'étend du bord droit de l'orifice de la veine cave supérieure au bord droit de l'orifice de la veine cave inférieure. Sur la face interne, cette division est marquée par la **crête terminale** (**crista terminalis**) (fig. 3.70), bande lisse musculaire qui commence sur le toit de l'atrium, juste en face de l'ostium de la veine cave supérieure, et qui se prolonge vers le bas sur la paroi latérale jusqu'au niveau de l'ostium de la veine cave inférieure.

L'espace en arrière de la crête terminale est le **sinus des veines caves** ; il s'agit d'un reliquat embryologique de la corne droite du sinus veineux. Cette partie de l'atrium droit possède une paroi lisse fine. Les deux veines caves se drainent dans cet espace.

L'espace antérieur à la crête, incluant l'**auricule droite**, est souvent décrit comme l'**atrium** à proprement parler. Cette terminologie est fondée sur l'origine embryologique primitive de l'atrium. Ses parois sont couvertes de stries appelées **muscles pectinés**, qui se déploient à partir de la crête terminale comme les dents d'un peigne. Ces stries se retrouvent aussi dans l'auricule droite, qui est une poche musculaire en forme d'oreille, conique, qui se prolonge extérieurement en recouvrant l'aorte ascendante.

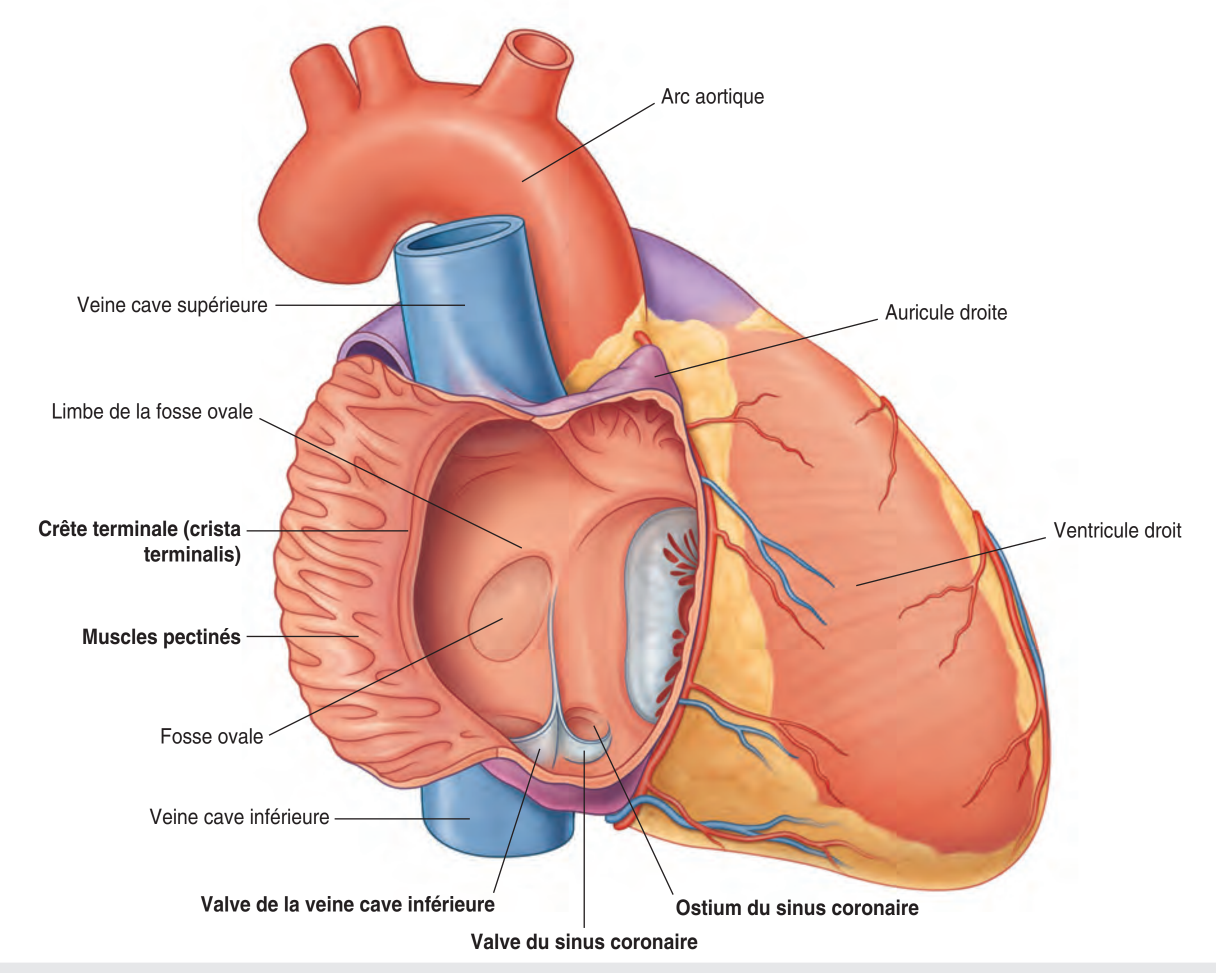


Figure 3.70 Vue interne de l'atrium droit.



Dans la partie inférieure de l'atrium droit se trouve l'**ostium du sinus coronaire**, qui reçoit le sang de la plupart des veines cardiaques et s'ouvre en position médiale par rapport à l'**ostium de la veine cave inférieure**. De fins replis de tissus dérivés des valves du sinus veineux embryologique sont associés à ces orifices (la **valvule du sinus coronaire** et la **valvule de la veine cave inférieure**). Pendant le développement de l'embryon, la valve de la veine cave inférieure contribue au passage direct du sang oxygéné à travers le foramen ovale jusque dans l'atrium gauche.

Le **septum interatrial** sépare l'atrium droit de l'atrium gauche. Ce septum est orienté vers l'avant et vers la droite parce que l'atrium gauche est situé plus en arrière et à gauche que l'atrium droit. Une dépression est clairement visible dans le septum juste au-dessus de l'orifice de la veine cave inférieure. Il s'agit de la **fosse ovale** (**fossa ovalis**), dont le rebord proéminent forme le **limbe de la fosse ovale** (**bord de la fosse ovale**).

La fosse ovale marque la localisation embryologique du **foramen ovale**, qui est une structure importante de la circulation fœtale. Le foramen ovale permet au sang oxygéné passant par la veine cave inférieure et l'atrium d'entrer dans l'atrium gauche et, ainsi, de court-circuiter les poumons, qui ne sont pas fonctionnels avant la naissance.

Enfin, on retrouve un nombre important de petites ouvertures, les **ostiums des petites veines cardiaques** (les **foramina venea cordis minimae**), qui s'ouvrent le long des parois de l'atrium droit. Ces petites veines drainent le sang du myocarde directement dans l'atrium droit.

Ventricule droit

En position anatomique, le ventricule droit forme la plus grande partie de la face antérieure du cœur et une partie de la face diaphragmatique. L'atrium droit se trouve à droite du ventricule droit, et le ventricule droit se trouve devant et à gauche de l'ostium atrioventriculaire droit. Le sang entre dans le ventricule droit en venant de l'atrium droit, en suivant une direction horizontale et vers l'avant.

La zone qui permet l'éjection du sang, et qui l'amène dans l'artère pulmonaire, constitue l'**infundibulum pulmonaire**. Cette zone présente des parois lisses et dérive du tube cardiaque embryonnaire.

La zone du ventricule droit qui reçoit le sang possède de nombreuses structures musculaires irrégulières appelées **trabécules charnues** (fig. 3.71). La plupart d'entre elles sont attachées aux parois du ventricule, totalement ou à leurs extrémités et forment des crêtes ou des ponts musculaires.

Un petit nombre de trabécules charnues (**muscles papillaires**) n'ont qu'une seule insertion sur la surface du ventricule. Leurs autres extrémités servent d'insertion à des tendons en forme de corde fibreuse (les **cordages tendineux**), qui relient les piliers musculaires aux bords libres de la valve tricuspide.

Il existe trois muscles papillaires dans le ventricule droit. Leur nom est déterminé par leur position sur la paroi du ventricule droit – muscles papillaires antérieur, postérieur et septal :

- le **muscle papillaire antérieur** est le plus grand et le plus constant des muscles papillaires ; il naît sur la paroi antérieure du ventricule ;
- le **muscle papillaire postérieur** est formé d'une, de deux ou trois structures, avec quelques cordages tendineux qui naissent directement de la paroi du ventricule ;
- le **muscle papillaire septal** est le plus inconstant ; il peut être très atrophié ou absent. Les cordages tendineux peuvent naître directement de la paroi septale.

Une trabécule simple spécialisée, la **trabécule septomarginale** (**bande modératrice**), forme un pont entre la portion basse du septum interventriculaire et la base du muscle papillaire antérieur. La trabécule septomarginale porte une partie du tissu cardionecteur (système de conduction cardiaque), branche droite du faisceau atrioventriculaire vers la paroi antérieure du ventricule droit.

Valve tricuspide

L'ostium atrioventriculaire droit est fermé pendant la contraction ventriculaire par la **valve tricuspide** (**valve atrioventriculaire droite**), ainsi nommée car elle est habituellement formée de trois cuspides (fig. 3.71). La base de chaque cuspide est fermement fixée à un anneau fibreux qui entoure l'ostium atrioventriculaire. Cet anneau fibreux contribue au maintien de l'ouverture de l'orifice. Les cuspides sont en continuité l'une avec l'autre par leurs bases au niveau des **commissures**.

Les noms des trois cuspides, **cuspides antérieure**, **septale** et **postérieure**, sont en rapport avec leur position relative dans le ventricule droit. Les bords libres des cuspides sont attachés aux cordages tendineux, qui proviennent des extrémités des muscles papillaires.

Au cours du remplissage du ventricule droit, la valve tricuspide est ouverte, et les trois cuspides basculent dans le ventricule droit.

Sans la présence d'un mécanisme de protection, lorsque la paroi musculaire du ventricule se contracte, les cuspides de la valve pourraient être forcées et retournées vers le haut sous l'effet de la pression du flux sanguin, et le sang serait alors propulsé à contre-courant dans l'atrium droit. La contraction des muscles papillaires attachés aux cuspides par les cordages tendineux prévient le retournement des cuspides vers l'atrium droit.

Par leur simple présence, les muscles papillaires et les cordages tendineux maintiennent les valvules fermées au cours de la puissante et intense modification de la taille du ventricule qui survient lors de sa contraction.

De plus, les cordages tendineux issus de deux muscles papillaires s'attachent à chaque cuspide. Ce qui contribue à

Veine cave supérieure
Arc aortique
Tronc pulmonaire
Auricule droite
Auricule gauche
Cuspide semilunaire antérieure
Cuspide semilunaire droite
Cuspide semilunaire gauche
Valve pulmonaire
Atrium droit
Infundibulum pulmonaire
Valve tricuspide
Cuspide antérieure
Cuspide septale
Cuspide postérieure
Muscle papillaire septal
Trabécule septomarginale
Cordage tendineux
Muscle papillaire antérieur
Muscle papillaire postérieur
Trabécule charnue

Figure 3.71 Vue médiale du ventricule droit.

prévenir la séparation des cuspides pendant la contraction ventriculaire. Cette fermeture étanche de la valve tricuspide conduit le sang à quitter le ventricule droit en s'engageant dans le tronc pulmonaire.

Une nécrose d'un muscle papillaire faisant suite à un infarctus du myocarde (attaque cardiaque) peut provoquer un prolapsus de la valve concernée.

Valve pulmonaire

Au sommet de l'infundibulum, où vient s'engager le flux sanguin d'éjection propulsé par le ventricule droit, l'ostium du tronc pulmonaire est obturé par la **valve pulmonaire** (fig. 3.71), qui est constituée de trois **valvules semilunaires** dont les bords libres se projettent en haut dans la lumière du tronc pulmonaire. Le bord supérieur libre de chaque valvule présente une portion moyenne épaissie, le **nodule de la valvule semilunaire**, et une portion latérale fine, la **lunule de la valvule semilunaire** (fig. 3.72).

Les valvules sont appelées valvules semilunaires gauche, droite et antérieure, en fonction de leur position relative chez le fœtus avant que la rotation des zones d'éjection des ventricules ne s'achève. Chaque valvule forme un sinus en forme de poche (fig. 3.72) – une dilatation dans le mur de la portion

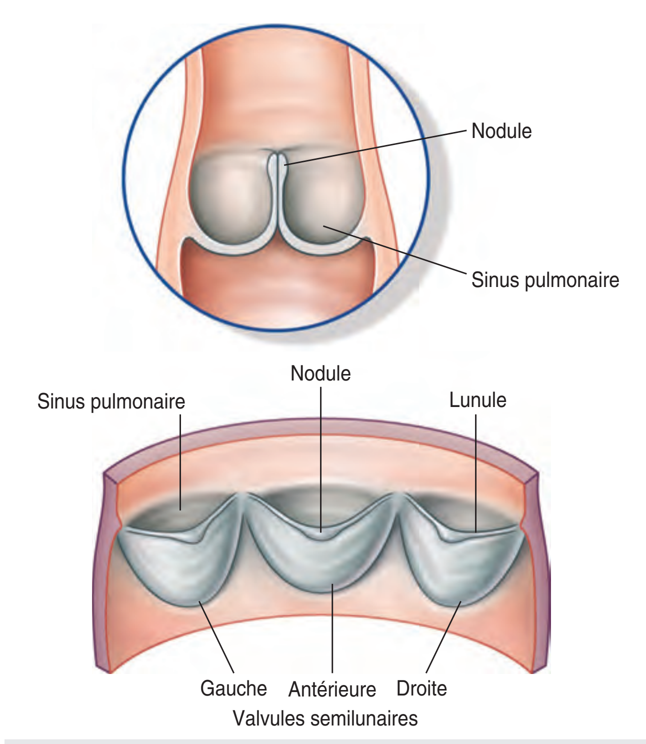


Figure 3.72 Vue postérieure de la valve pulmonaire.

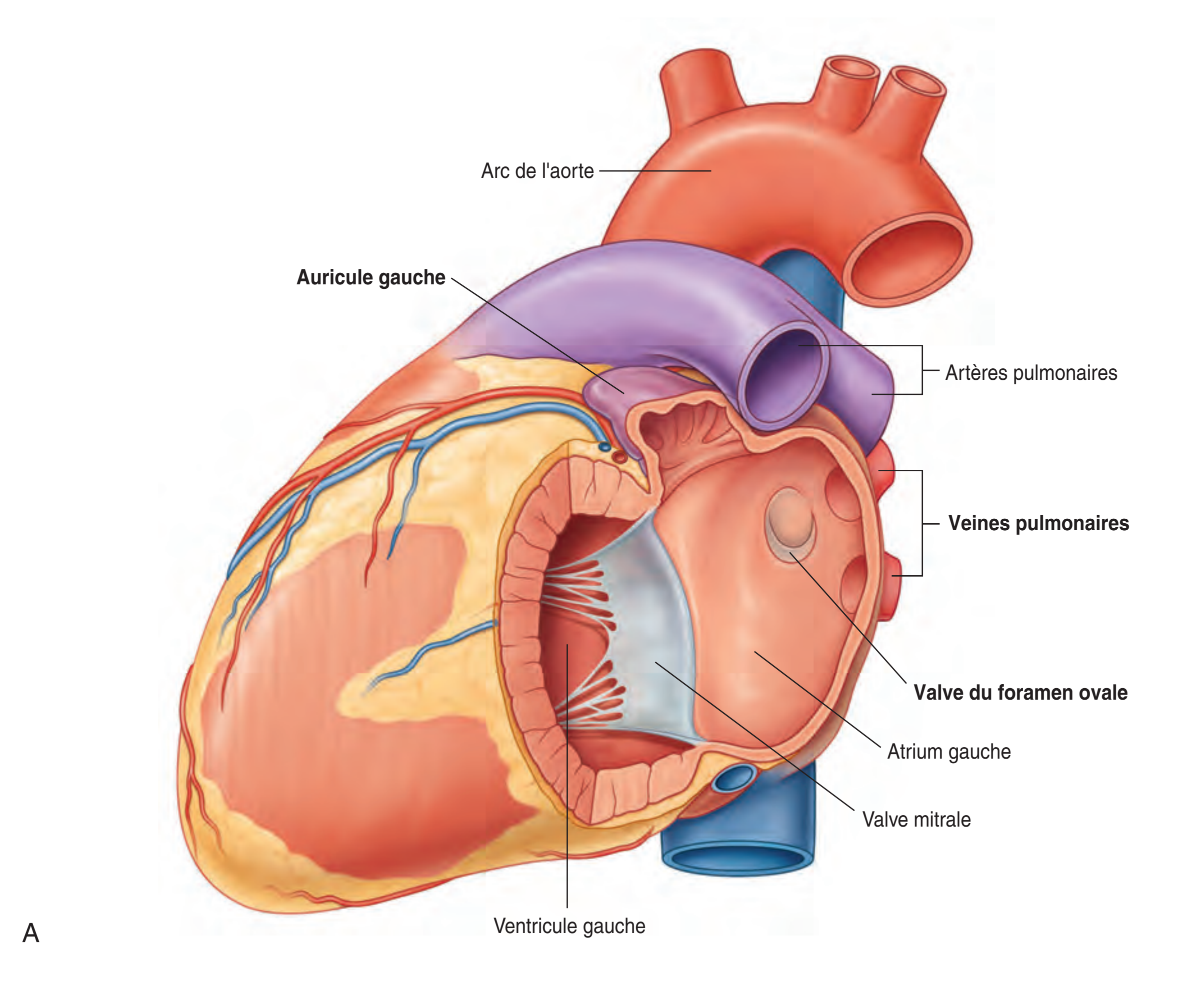
initiale du tronc pulmonaire. Après la contraction ventriculaire, le recul de la colonne sanguine remplit ces sinus pulmonaires et maintient les valvules fermées, empêchant le retour du sang dans le ventricule droit.

Atrium gauche

L'**atrium gauche** forme l'essentiel de la base ou face postérieure du cœur.

Comme l'atrium droit, l'atrium gauche dérive embryologiquement de deux structures :

- la moitié postérieure, ou zone de remplissage, reçoit les quatre veines pulmonaires (fig. 3.73). Elle présente des parois lisses et dérive des parties proximales des veines pulmonaires qui sont incorporées dans l'atrium gauche au cours du développement (origine embryologique sur le sinus veineux) ;
- la moitié antérieure est en continuité avec l'auricule gauche. Elle contient les muscles pectinés et dérive de l'atrium primitif embryologique. À la différence de la crête terminale dans l'atrium droit, aucune structure ne sépare les deux composants de l'atrium gauche.



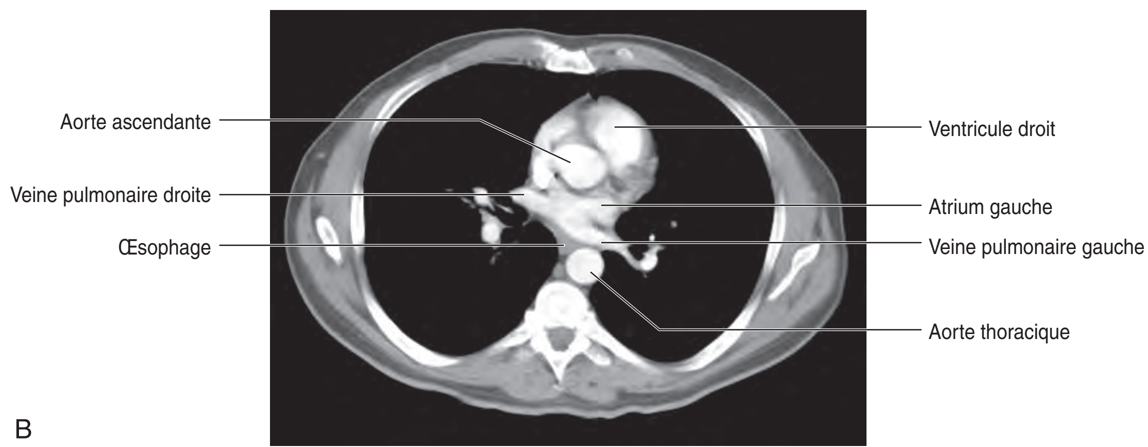


Figure 3.73 Atrium gauche. **A.** Vue interne. **B.** Image tomodensitométrique montrant les veines pulmonaires entrant dans l'auricule gauche.

Le septum interatrial constitue une partie de la paroi antérieure de l'atrium gauche. Une zone fine, en dépression, est constituée dans le septum par la valve du foramen ovale, et correspond au plancher et à la fosse ovale de l'atrium droit.

Au cours du développement, la **valve du foramen ovale** empêche le sang de passer de l'atrium gauche vers l'atrium droit. Cette valve peut ne pas être totalement fusionnée chez l'adulte, laissant une communication interatriale entre l'atrium droit et l'atrium gauche.

Ventricule gauche

Le ventricule gauche est en avant de l'atrium gauche. Il participe à la face antérieure, à la face diaphragmatique et à la face pulmonaire gauche du cœur, et forme l'apex.

Le sang entre dans le ventricule gauche par l'**ostium atrioventriculaire gauche**, et le flux de remplissage est orienté en avant vers l'apex. La cavité elle-même est conique, plus longue que celle du ventricule droit, et est entourée de la plus épaisse partie du **myocarde**. Le conduit d'éjection (le **vestibule aortique**) est postérieur par rapport à l'infundibulum du ventricule droit. Il est formé de parois lisses, et dérive du bulbe cardiaque embryonnaire.

Les **trabécules charnues** dans le ventricule gauche sont fines et délicates, à la différence de celles du ventricule droit. L'aspect général des trabécules avec des piliers et des ponts est semblable à celui du ventricule droit (fig. 3.74).

Les muscles papillaires, avec les cordages tendineux, sont aussi observés, et leur structure correspond à celle qui a été décrite précédemment pour le ventricule droit. Deux muscles papillaires, les **muscles papillaires antérieur** et **postérieur**, sont habituellement présents dans le ventricule gauche et sont plus volumineux que ceux qui sont observés dans le ventricule droit.

En position anatomique, le ventricule gauche est un peu plus postérieur que le ventricule droit. Le septum interventriculaire forme la paroi antérieure et une partie de la paroi du côté droit du ventricule gauche. Le septum comprend deux parties :

- une **partie musculaire** ;
- une **partie membraneuse**.

La partie musculaire est épaisse et forme la plus grande partie du septum, alors que la partie membraneuse constitue la portion fine et supérieure du septum. Une troisième partie du septum peut être considérée comme une partie atrioventriculaire, à cause de sa position au-dessus de la cuspide septale de la valve tricuspide. Cette position supérieure place cette partie du septum entre le ventricule gauche et l'atrium droit.

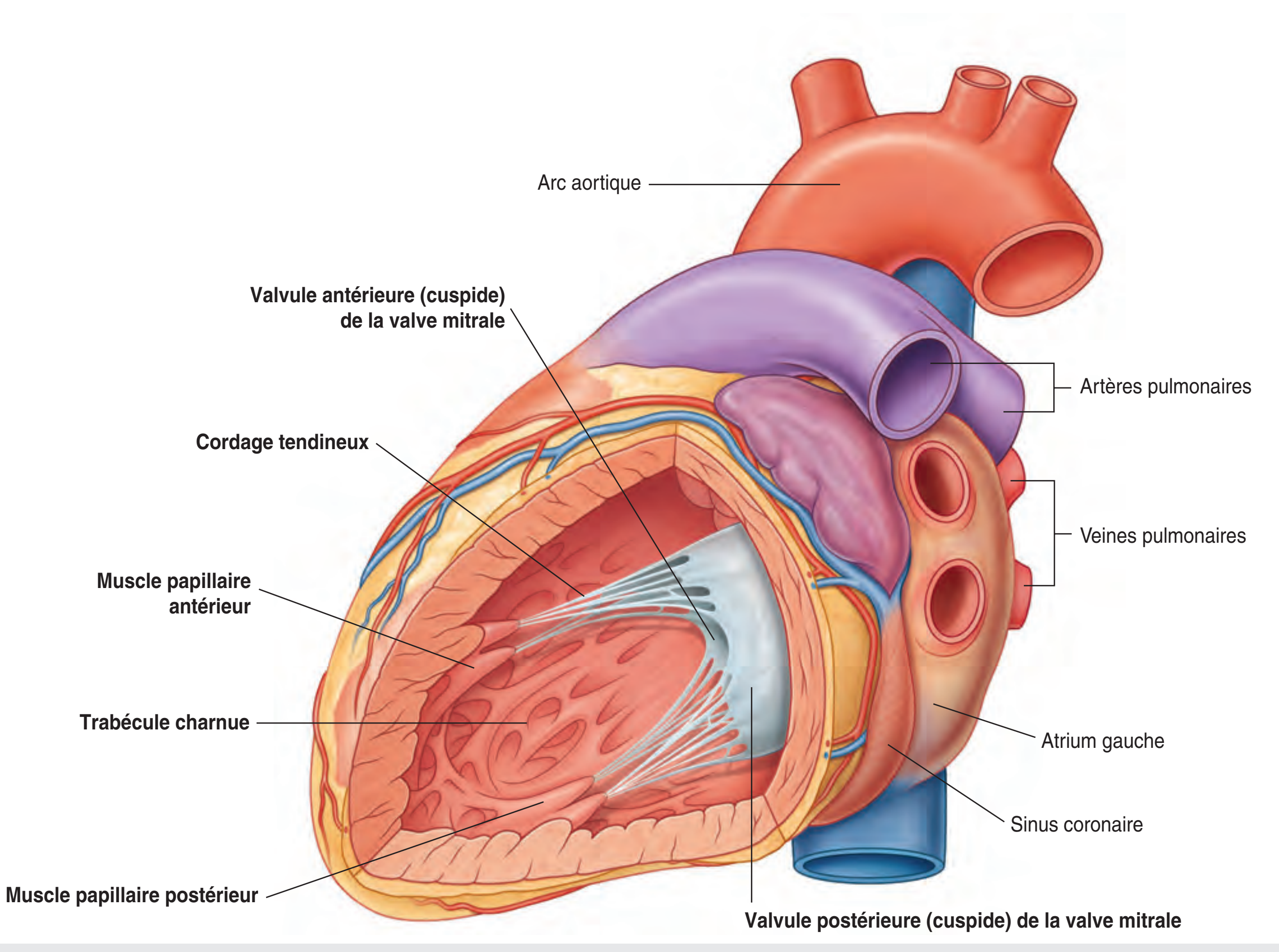


Figure 3.74 Vue interne du ventricule gauche.

Valve mitrale

L'ostium atrioventriculaire gauche s'ouvre dans le côté droit de la partie supérieure du ventricule gauche. Il est fermé au cours de la contraction ventriculaire par la **valve mitrale** (**valve atrioventriculaire gauche**), qui est aussi nommée valve bicuspide parce qu'elle est constituée de deux cuspides, les **valvules antérieure** et **postérieure** (fig. 3.74). Les bases des cuspides sont solidement attachées à l'anneau fibreux qui entoure l'orifice, et les valvules sont en continuité l'une avec l'autre par les commissures. L'action coordonnée des muscles papillaires et des cordages tendineux est semblable à celle qui a été décrite pour le ventricule droit.

Valve aortique

Le vestibule aortique, ou chambre d'éjection du ventricule gauche, est en continuité avec l'aorte ascendante en haut. L'orifice entre le ventricule gauche et l'aorte est fermé par la **valve aortique**. Cette valve a une structure semblable à celle de la valve pulmonaire. Elle est formée de trois **valvules semilunaires**, qui présentent chacune un bord libre dirigé vers le haut dans la lumière de l'aorte ascendante (fig. 3.75).

Entre les valvules semilunaires et la paroi de l'aorte ascendante se placent des sinus en forme de poche – les **sinus aortiques droit**, **gauche** et **postérieur**. Les artères coronaires droite et gauche naissent des sinus aortiques droit et gauche. De ce fait, le sinus postérieur et la valvule postérieure sont parfois appelés **sinus et valvules non coronaires**.

Le fonctionnement des valvules aortiques est similaire à celui des valvules pulmonaires, avec un mécanisme additionnel important : lorsque le sang reflue après la contraction ventriculaire (la phase d'éjection par contraction myocardique est la systole) et qu'il remplit les sinus aortiques, il est automatiquement poussé dans les artères coronaires qui naissent dans les sinus aortiques droit et gauche. Les artères coronaires se remplissent donc en diastole, lorsque le muscle myocardique se relâche.

En clinique

Pathologies des valves

Les problèmes valvulaires sont de deux types :

- l'insuffisance, qui résulte d'un défaut de fonctionnement des valves ;
- le rétrécissement de l'orifice, ou sténose, lié à l'impossibilité pour les valvules de s'ouvrir totalement.

La **maladie mitrale** est habituellement due à l'association d'un rétrécissement et d'une insuffisance, l'un ou l'autre pouvant être prédominant. Les deux mécanismes pathologiques aboutissent à un dysfonctionnement de la valve et à des conséquences pour le cœur qui peuvent être :

- une hypertrophie ventriculaire gauche (qui peut être moins marquée chez les patients porteurs d'un rétrécissement mitral) ;
- une augmentation de la pression veineuse pulmonaire ;
- un œdème pulmonaire ;
- une dilatation et une hypertrophie de l'atrium gauche.

Le rétrécissement de la valve mitrale peut être congénital ou acquis ; plus tardivement, la cause commune est la fièvre rhumatismale. La sténose survient habituellement plusieurs décennies après un épisode aigu d'endocardite rhumatismale.

La **maladie aortique** – en rapport avec la sténose et le reflux aortique (flux sanguin rétrograde) – peut produire une importante insuffisance cardiaque. Le rétrécissement de la valve aortique est la pathologie des valves cardiaques la plus commune et résulte de l'athérosclérose qui provoque la calcification des valvules. Elle peut aussi être causée par des affections post-inflammatoires ou post-rhumatismales. Elle peut conduire à une régurgitation aortique comme dans l'endocardite infectieuse, la pathologie dégénérative de la valve, la fièvre rhumatismale, ou un traumatisme.

La **pathologie des valves dans le côté droit du cœur (affectant la valve tricuspide ou la valve pulmonaire)** est le plus souvent due à une infection. L'usage intraveineux de drogues, l'alcoolisme, les cathéters à demeure et les brûlures étendues prédisposent à l'infection des valves, et particulièrement de la valve tricuspide. Il en résulte un dysfonctionnement des valves qui provoque une augmentation anormale de pression dans l'atrium droit et le ventricule droit, ce qui peut conduire à une insuffisance cardiaque.

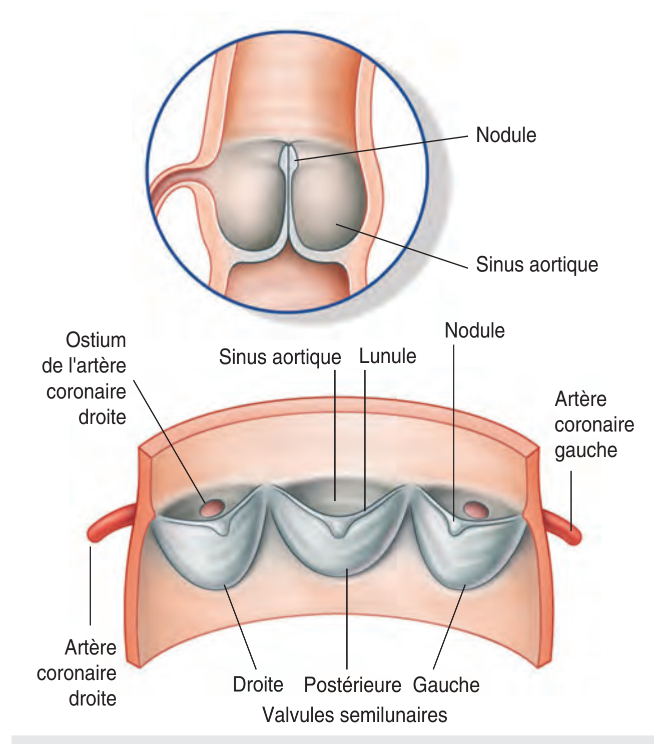


Figure 3.75 Vue antérieure de la valve aortique.

Squelette du cœur

Le squelette du cœur est formé par la réunion de tissu conjonctif dense, fibreux, sous la forme de quatre anneaux qui associent et interconnectent les cavités dans un plan situé entre les atriums et les ventricules. Les quatre anneaux du squelette du cœur entourent les deux ostiums atrioventriculaires, l'ostium aortique et l'ostium du tronc pulmonaire. Ce sont les **anneaux fibreux valvulaires**. Les zones d'interconnexion sont :

- le **trigone fibreux droit**, qui est une zone de tissu fibreux épaissi entre l'anneau aortique et l'anneau atrioventriculaire droit ;
- le **trigone fibreux gauche**, qui est une zone de tissu conjonctif épaissi entre l'anneau aortique et l'anneau atrioventriculaire gauche (fig. 3.76).

Le squelette du cœur contribue à maintenir l'intégrité des orifices qu'il entoure et constitue des points d'attache pour les valvules. Il sépare aussi la musculature atriale de la musculature ventriculaire. Le myocarde atrial naît du bord supérieur des anneaux, alors que le myocarde ventriculaire naît du bord inférieur des anneaux.

Le squelette cardiaque sert aussi de cloison conjonctive dense qui isole, d'un point de vue de conduction électrique, les atriums des ventricules. Le faisceau atrioventriculaire, qui passe à travers l'anneau fibreux du cœur, est la seule connexion entre ces deux parties du myocarde.

Vascularisation coronaire

Deux artères coronaires naissent des sinus aortiques au niveau de la portion initiale de l'aorte ascendante et vascularisent le muscle et les autres tissus du cœur. Elles entourent le cœur dans le sillon coronaire, avec des branches marginales et interventriculaires, dans le sillon interventriculaire, qui convergent vers l'apex cardiaque (fig. 3.77).

Le retour sanguin veineux est assuré par les veines cardiaques, qui se drainent pour la plupart dans le sinus coronaire. Cette importante structure veineuse est située au niveau du sillon coronaire à la face postérieure du cœur entre l'atrium gauche et le ventricule gauche. Le sinus coronaire se draine dans l'atrium droit entre l'ostium de la veine cave inférieure et l'ostium atrioventriculaire droit.

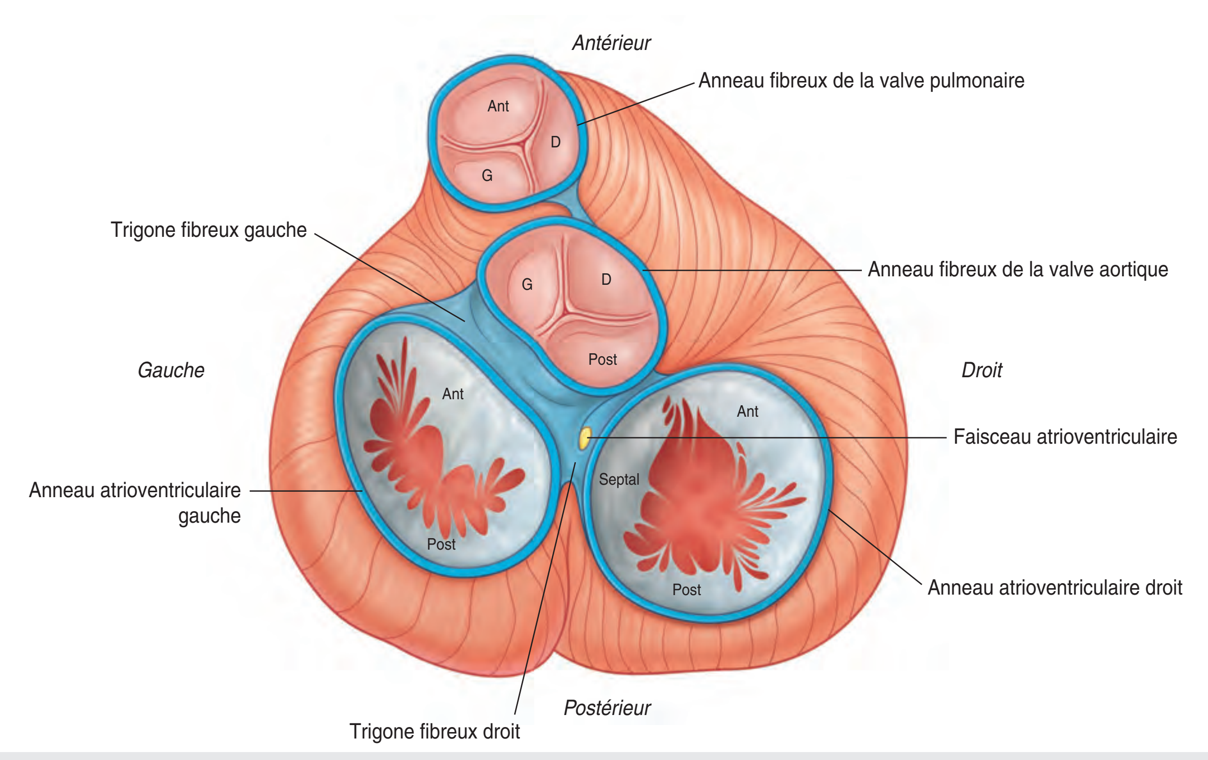
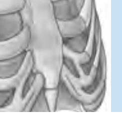
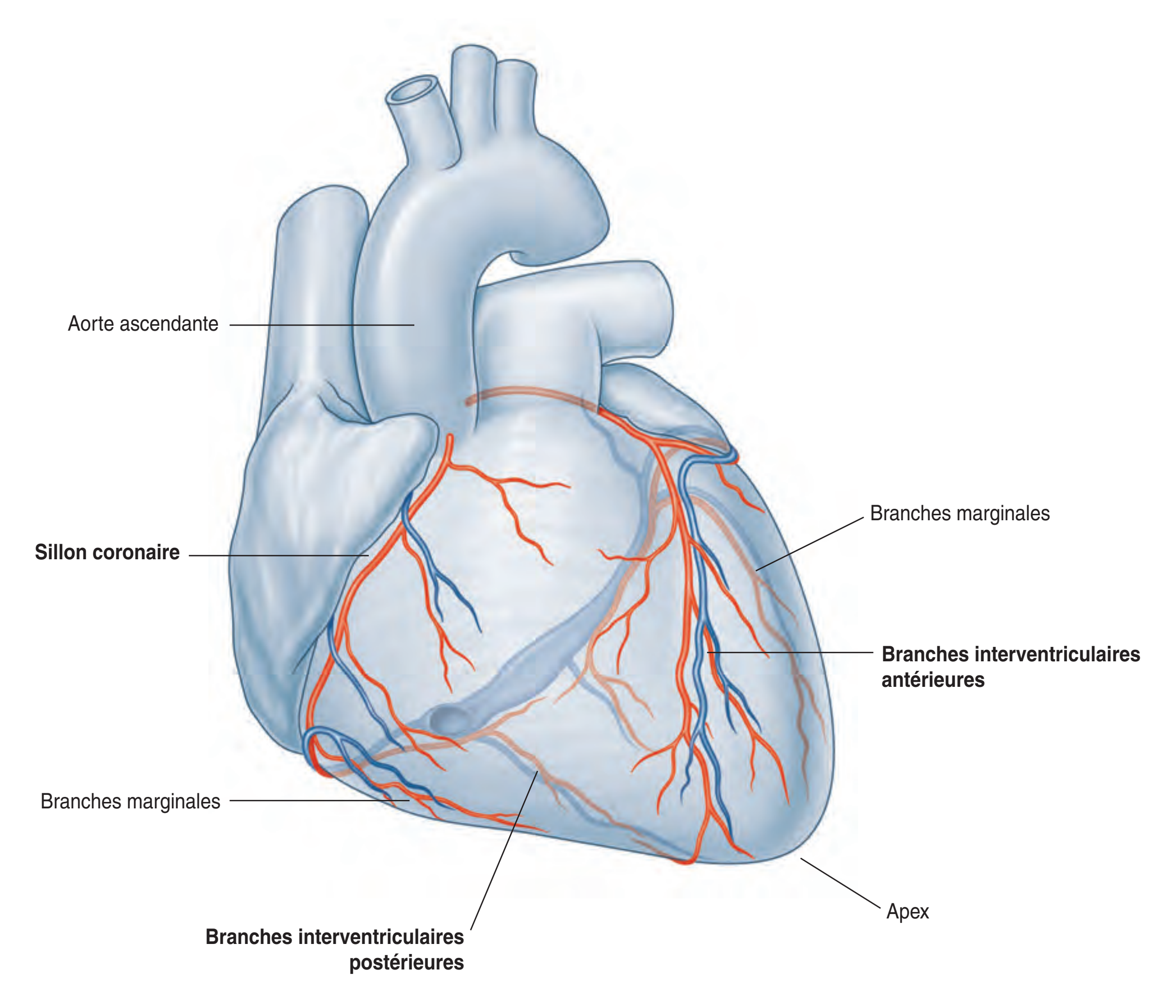


Figure 3.76 Squelette du cœur (les atriums ont été réséqués). D : droit ; G : gauche.





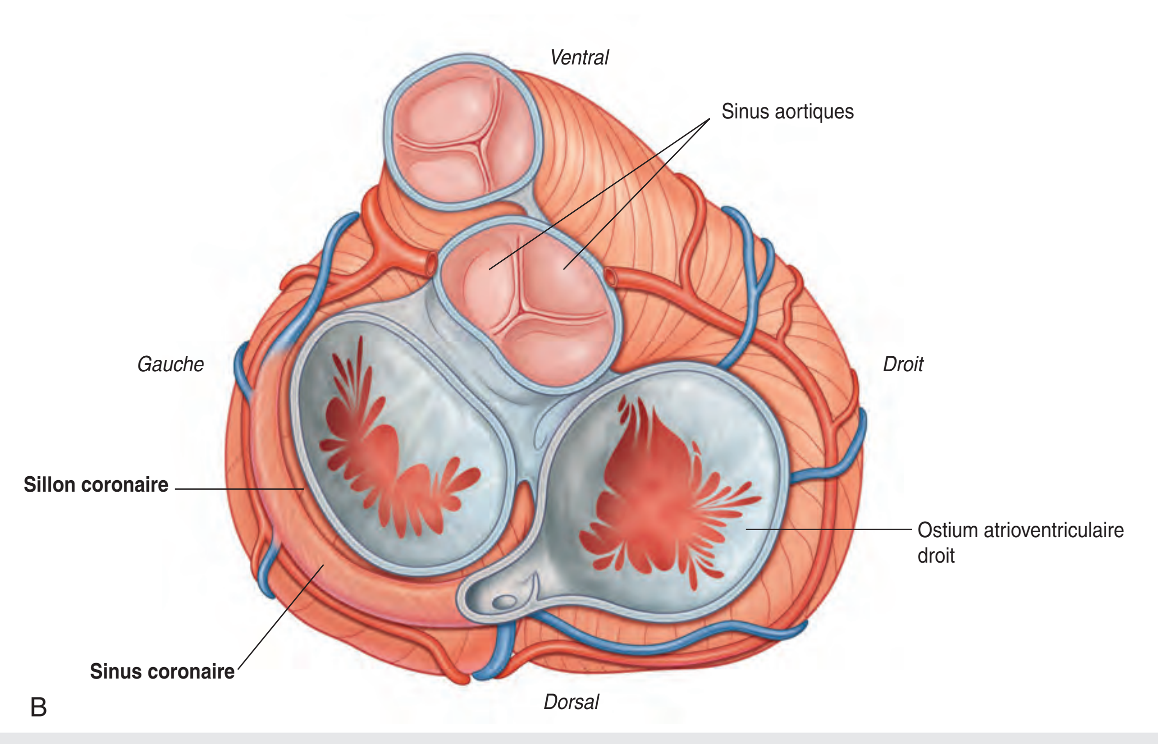


Figure 3.77 Vascularisation cardiaque. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue supérieure (les atriums ont été réséqués).

Artères coronaires

Artère coronaire droite.
L'**artère coronaire droite** naît du sinus aortique droit de l'aorte ascendante. Elle se dirige en avant, puis descend verticalement dans le sillon coronaire, entre l'atrium droit et le ventricule droit (fig. 3.78A). Au niveau du bord inférieur du cœur, elle tourne vers l'arrière et se poursuit dans le sillon à la face diaphragmatique et base du cœur. Sur son trajet, le tronc principal de l'artère coronaire droite donne plusieurs branches :

- une première **branche atriale** passe dans le sillon entre l'auricule droit et l'aorte ascendante, et donne la **branche nodale sinuatriale** (fig. 3.78A), qui se dirige en arrière autour de la veine cave supérieure pour vasculariser le nœud sinuatrial ;
- une **branche marginale droite** naît de l'artère coronaire droite près du bord inférieur du cœur (fig. 3.78A,B) et se poursuit le long de ce bord vers l'apex du cœur ;
- lorsque l'artère coronaire droite poursuit son trajet à la face diaphragmatique (base) du cœur, elle laisse une petite branche pour le nœud atrioventriculaire avant de donner sa principale branche terminale, la **branche interventriculaire postérieure** (fig. 3.78A), qui chemine dans le sillon interventriculaire postérieur.

L'artère coronaire droite vascularise l'atrium droit et le ventricule droit, les nœuds sinuatrial et atrioventriculaire, le septum interatrial, une partie de l'atrium gauche, le tiers postéro-inférieur du septum interventriculaire et une partie de la face postérieure du ventricule gauche.

Artère coronaire gauche.
L'**artère coronaire gauche** naît du sinus aortique gauche de l'aorte ascendante. Elle chemine entre le tronc pulmonaire et l'auricule gauche avant de pénétrer dans le sillon coronaire. Alors qu'elle se situe encore en arrière du tronc pulmonaire, l'artère donne ses deux branches terminales, les branches interventriculaire antérieure et circonflexe (fig. 3.78A) :

- la **branche interventriculaire antérieure** (**artère descendante antérieure gauche**) (fig. 3.78A,C) passe autour de la face gauche du tronc pulmonaire puis descend obliquement vers l'apex cardiaque dans le sillon interventriculaire antérieur (fig. 3.78A,C). Sur son trajet, elle donne une à deux grosses **branches diagonales**, qui naissent et cheminent à la face antérieure du ventricule gauche ;
- la **branche circonflexe** (fig. 3.78A,C) chemine vers la gauche, dans le sillon coronaire, à la face diaphragmatique (base) du cœur, et se termine généralement avant le sillon interventriculaire postérieur. Elle donne une grosse branche, l'**artère marginale gauche** (fig. 3.78A,C), qui se poursuit sur la courbure du cœur.

L'artère coronaire gauche vascularise la plupart de l'atrium et du ventricule gauche, et la majorité du septum interventriculaire, dont le faisceau atrioventriculaire et ses branches.

Variations du schéma de distribution des artères coronaires.
Il existe quelques variations importantes du schéma de base de distribution des artères coronaires.

- Le schéma de distribution décrit ci-dessus pour les artères coronaires droite et gauche est le plus fréquent et consiste en une artère coronaire droite dominante. Cela signifie que la branche interventriculaire postérieure naît de l'artère coronaire droite. L'artère coronaire droite assure ainsi la vascularisation d'une grande partie de la paroi postérieure du ventricule gauche, et la branche circonflexe de l'artère coronaire gauche est relativement petite.
- Au contraire, sur les cœurs à artère coronaire gauche dominante, la branche interventriculaire postérieure naît d'une volumineuse branche circonflexe et vascularise la majorité de la paroi postérieure du ventricule gauche (fig. 3.79).
- Un autre point de variation concerne la vascularisation des nœuds sinuatrial et atrioventriculaire. Dans la plupart des cas, ces deux structures sont vascularisées par l'artère coronaire droite. Cependant, des vaisseaux issus de la branche circonflexe vascularisent parfois ces structures.

En clinique

Terminologie clinique des artères coronaires
En pratique, les médecins utilisent d'autres noms pour les vaisseaux coronaires. L'artère coronaire gauche est appelée **vaisseau principal gauche**. L'une de ses premières branches, l'artère interventriculaire antérieure, est nommée **artère descendante antérieure gauche**. De même, la branche terminale de l'artère coronaire droite, l'artère interventriculaire postérieure, est appelée l'**artère descendante postérieure**.

Artère coronaire gauche
Branche nodale sinuatriale de l'artère coronaire droite
Auricule gauche
Branche circonflexe de l'artère coronaire gauche
Artère coronaire droite
Branche marginale gauche de la branche circonflexe
Atrium droit
Branche interventriculaire antérieure de l'artère coronaire gauche
Ventricule droit
Ventricule gauche
Branche diagonale de la branche interventriculaire antérieure
Branche marginale de l'artère coronaire droite
Branche interventriculaire postérieure de l'artère coronaire droite
A

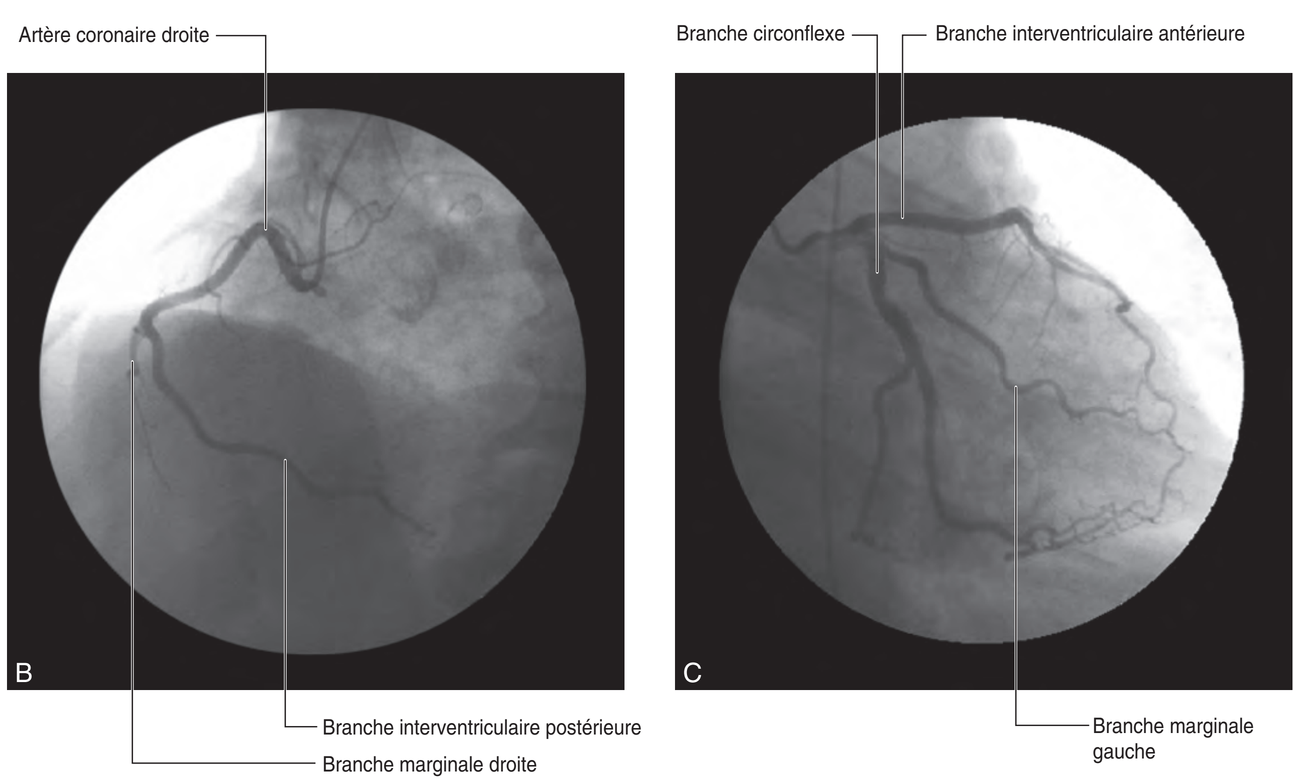


Figure 3.78 **A.** Vue antérieure du système artériel coronaire. Artère coronaire droite dominante. **B.** Vue oblique antérieure gauche de l'artère coronaire droite. **C.** Vue oblique antérieure droite de l'artère coronaire gauche.

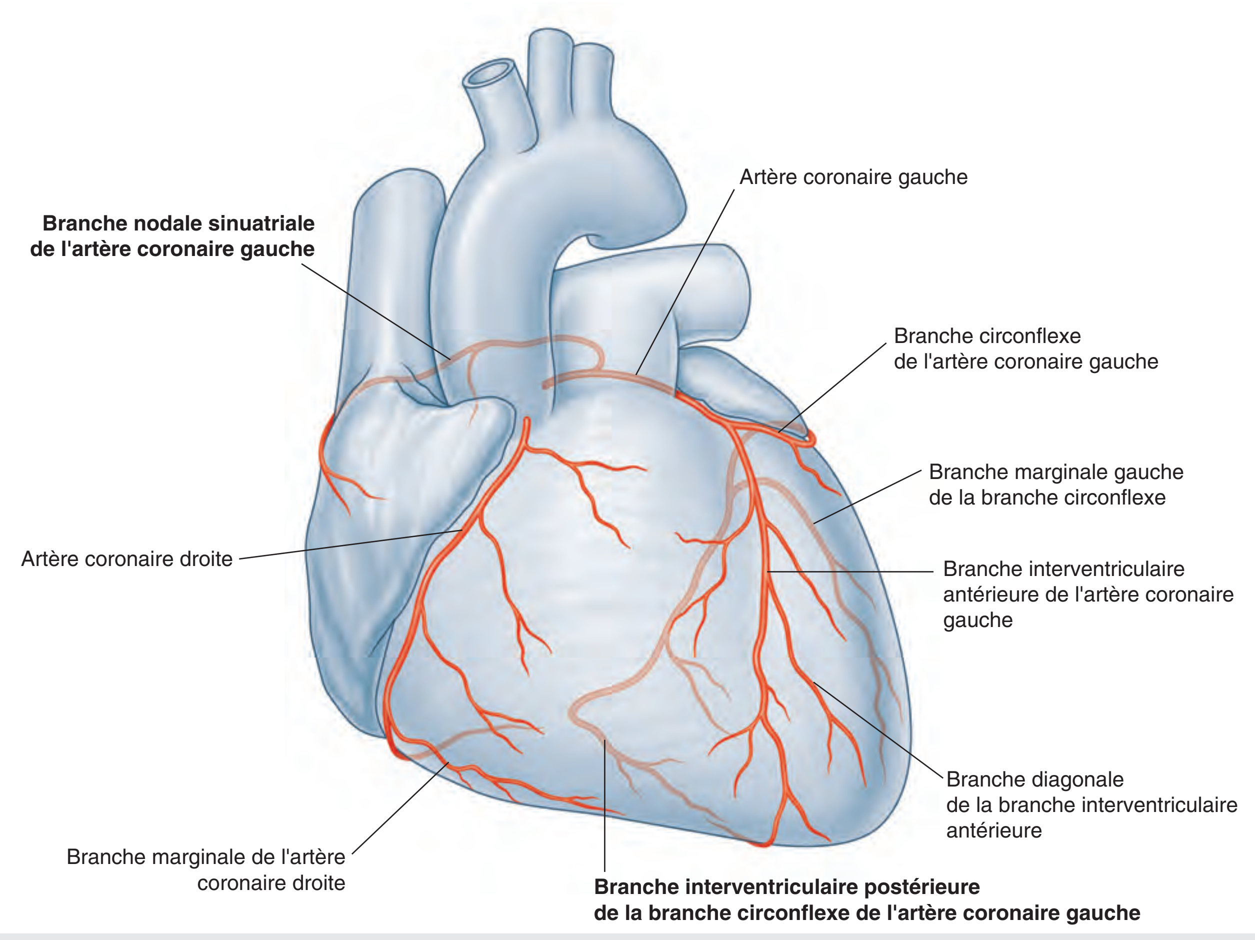


Figure 3.79 Artère coronaire gauche dominante.

En clinique

Crise cardiaque

Une crise cardiaque survient quand la perfusion du myocarde est insuffisante pour subvenir aux besoins métaboliques du tissu, conduisant à des lésions tissulaires irréversibles. La cause la plus fréquente est l'occlusion complète d'une artère coronaire majeure.

Pathologie artérielle coronaire

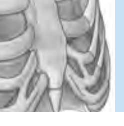
L'occlusion d'une artère coronaire majeure, habituellement due à l'athérosclérose, provoque une oxygénation insuffisante d'une partie du myocarde et conduit à une nécrose cellulaire (fig. 3.80). La sévérité de l'atteinte dépend de la taille et de la localisation de l'artère impliquée, de l'occlusion complète ou non, de la présence de vaisseaux collatéraux assurant la perfusion du territoire à partir d'autres vaisseaux. Suivant la sévérité, les patients présenteront une douleur (angor) ou un infarctus du myocarde (IM).

Angioplastie coronaire

Cela est une technique dans laquelle un tube long et fin (un cathéter) est introduit dans l'artère fémorale au niveau de l'aine, puis passé à travers les artères iliaques externe et commune dans l'aorte abdominale. Il est ensuite poussé plus haut dans l'aorte thoracique jusqu'à l'origine des artères coronaires. Les coronaires peuvent également être atteintes via les artères radiales ou brachiales. Un fin guide est alors introduit dans l'artère coronaire jusqu'au niveau de la sténose. Un petit ballon est alors monté sur le guide et peut être gonflé au niveau de l'obstruction pour dilater celle-ci ; cela est appelé une angioplastie. Le plus souvent celle-ci est complétée par la mise en place d'un fin grillage (un stent) à l'intérieur de la zone obstruée pour la maintenir ouverte. D'autres interventions percutanées sont l'extraction par aspiration d'un thrombus coronaire, l'ablation d'une plaque par appareil rotatif.

Pontages artériels prothétiques

Si l'atteinte artérielle coronaire est trop étendue pour être traitée par une intervention percutanée, la réalisation d'un pontage coronaire devient nécessaire. La veine grande saphène du membre inférieur est prélevée et utilisée comme pontage. Elle est divisée en plusieurs pièces, qui sont chacune employées pour ponter les sections occluses des artères coronaires. Les artères thoracique interne et radiale peuvent également être utilisées.



A

B

Artère interventriculaire antérieure

Artère interventriculaire antérieure

C

D

Figure 3.80 **A, B.** Projection axiale d'intensité maximum (MIP) coupe tomodensitométrique passant par le cœur. **A.** Artère interventriculaire antérieure (descendante antérieure gauche) normale. **B.** Artère interventriculaire antérieure (descendante antérieure gauche) sténosée (calcifiée). C, D. Reconstruction multidimensionnelle à grand axe vertical d'une coupe tomodensitométrique passant par le cœur. **C.** Artère interventriculaire antérieure (descendante antérieure gauche) normale. **D.** Artère interventriculaire antérieure (descendante antérieure gauche) sténosée (calcifiée).

En clinique

Symptômes classiques de la crise cardiaque en clinique

Les symptômes typiques sont une lourdeur ou une oppression de la poitrine qui peuvent être très sévères, durant plus de 20 minutes, et sont souvent associées à une transpiration. La douleur dans la poitrine (qui peut être comparée à un « éléphant assis sur la poitrine » ou montrée le poing serré pour la décrire : signe de Lévine) irradie souvent dans les bras (plus fréquemment le gauche que le droit). La douleur peut s'associer à des nausées. La sévérité de l'ischémie et de l'infarcissement dépend de la rapidité de constitution de l'occlusion ou du rétrécissement et si une circulation collatérale a ou non la possibilité de se développer.

En clinique

Les symptômes de la crise cardiaque sont-ils les mêmes chez l'homme et chez la femme ?

Bien qu'hommes et femmes puissent avoir les symptômes typiques d'une douleur thoracique sévère, de sueurs glacées et de douleur dans le bras gauche, les femmes ont plus volontiers que les hommes des symptômes plus discrets et moins évidents. Ceux-ci peuvent comporter une douleur abdominale, une sensation douloureuse dans la mâchoire ou le dos, des nausées, une respiration superficielle ou une simple fatigue. Le mécanisme de cette différence n'est pas démontré, mais il est important de considérer une large variété de symptômes pouvant être liés à l'ischémie cardiaque.

En clinique

Pathologies cardiaques congénitales

L'anomalie la plus fréquente qui survient au cours du développement est la persistance d'une communication au niveau du septum interatrial ou au niveau du septum interventriculaire.

Une **communication dans le septum interatrial** permet au sang de passer d'un côté du cœur à l'autre à partir de la cavité de plus grande pression vers la cavité de plus faible pression. Cela constitue un shunt. Une **communication interatriale (CIA**) provoque un passage du sang oxygéné de l'atrium gauche (haute pression) vers l'atrium droit (basse pression) à travers la CIA et une surcharge de la circulation droite. De nombreux patients porteurs d'une CIA sont asymptomatiques, mais dans certains cas, la CIA peut entraîner des symptômes et nécessiter une fermeture chirurgicale ou par voie endovasculaire. Parfois, l'augmentation du flux sanguin dans l'atrium droit depuis plusieurs années peut induire une hypertrophie atriale et ventriculaire ainsi qu'une dilatation du tronc pulmonaire, ce qui conduit à une hypertension artérielle pulmonaire. Dans ces cas, les patients présentent un essoufflement, une fatigue croissante, des palpitations, des évanouissements et une insuffisance cardiaque. Dans la communication septale atriale, le ventricule gauche n'est pas hypertrophié et n'est pas affecté par l'augmentation de volume du retour sanguin.

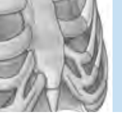
Les anomalies congénitales du cœur les plus fréquentes concernent le septum interventriculaire – **communication interventriculaire (CIV)**. Ces lésions sont plus souvent situées dans la partie membraneuse du septum et elles permettent le passage du sang du ventricule gauche (haute pression) vers le ventricule droit (basse pression), ce qui produit une communication anormale entre la circulation systémique et la circulation pulmonaire. Cela provoque une hypertrophie ventriculaire droite, une augmentation du flux sanguin pulmonaire, une hypertension artérielle pulmonaire et une majoration du volume sanguin revenant dans le ventricule gauche, provoquant sa dilatation. L'augmentation de la pression pulmonaire dans les cas sévères peut provoquer un œdème pulmonaire. En cas de communication suffisamment grande ou non traitée, une CIV peut avoir un retentissement clinique qui peut justifier un traitement chirurgical. La CIV peut être une anomalie isolée ou une partie d'un syndrome complexe.

La **tétralogie de Fallot**, la plus fréquente des cardiopathies cyanogènes congénitales diagnostiquées précocement après la naissance, associe classiquement quatre anomalies : sténose pulmonaire, CIV, aorte débordante (naissant à un degré variable du ventricule droit) et hypertrophie ventriculaire droite. L'hypoplasie du ventricule droit et la sténose pulmonaire diminuent le flux sanguin vers les poumons, ce qui diminue le volume de sang oxygéné revenant au cœur. La perforation du septum interventriculaire provoque un mélange de sang oxygéné et non oxygéné. Le sang mélangé est ensuite propulsé via l'aorte dans les organes majeurs, ce qui provoque une faible oxygénation et une cyanose. Les enfants peuvent présenter une cyanose à la naissance ou développer des épisodes de cyanose lors de l'alimentation ou des pleurs. La plupart des enfants atteints requièrent une chirurgie. L'avènement du pontage cardiopulmonaire a été crucial pour fournir des résultats chirurgicaux très satisfaisants.

Parfois, le **canal artériel**, qui met en communication la branche gauche de l'artère pulmonaire et la face inférieure de l'arc aortique, peut ne pas s'oblitérer à la naissance. Cela est appelé **canal artériel persistan**t. Dans ce cas, le sang oxygéné de l'arc aortique (haute pression) passe dans la branche gauche de l'artère pulmonaire (basse pression) et provoque une hypertension artérielle pulmonaire et une dilatation de l'atrium et du ventricule gauches. Le pronostic des patients porteurs d'une persistance du canal artériel est extrêmement bon, et la plupart n'ont aucune séquelle majeure après ligature chirurgicale.

Tous ces défauts créent un shunt gauche–droit, qui conduit au mélange du sang oxygéné du cœur gauche avec du sang désoxygéné du cœur droit avant de repasser dans la circulation pulmonaire. Ces shunts sont normalement compatibles avec la vie, mais un traitement chirurgical ou endovasculaire peut s'avérer nécessaire.

Rarement, un shunt peut se développer dans le sens droit–gauche. Isolément, cela serait fatal ; cependant, ce type de shunt est souvent associé à d'autres anomalies qui permettent que du sang désoxygéné repasse dans les poumons et la grande circulation systémique.



En clinique

Auscultation cardiaque

L'auscultation du cœur révèle un cycle cardiaque normalement audible, qui permet au clinicien de contrôler la fréquence cardiaque, le rythme et la régularité. De plus, les bruits du cœur sont caractéristiques au cours des phases du cycle cardiaque (fig. 3.81).

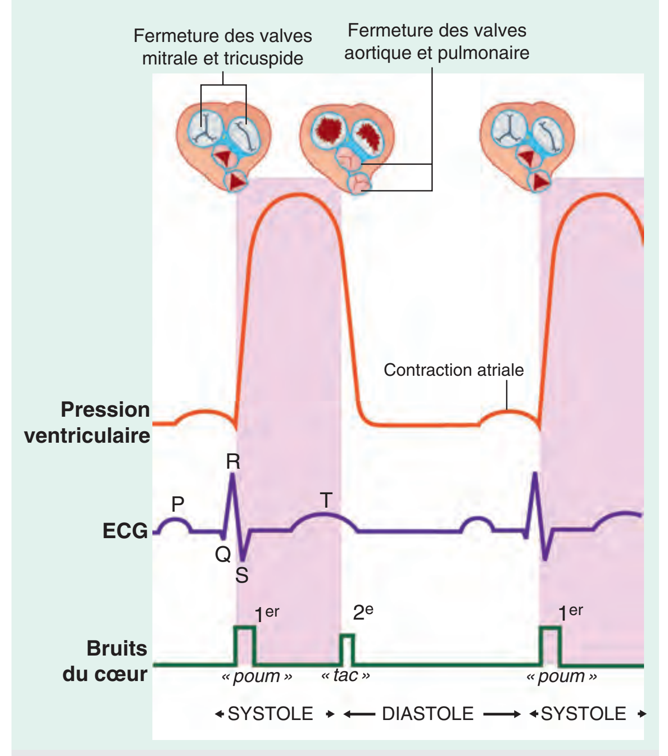


Figure 3.81 Rapport des bruits du cœur avec la fermeture des valves cardiaques, l'ECG et la pression ventriculaire.

Veines cardiaques

Le **sinus coronaire** reçoit quatre principales collatérales : les grande, moyenne et petite veines cardiaques et la veine cardiaque postérieure.

Grande veine cardiaque.

La **grande veine cardiaque** naît au niveau de l'apex cardiaque (fig. 3.82A). Elle prend un trajet ascendant au sein du sillon interventriculaire antérieur, où elle est en rapport avec l'artère interventriculaire antérieure ; elle est parfois appelée **veine interventriculaire antérieure**. Gagnant le sillon coronaire, la grande veine cardiaque oblique vers la gauche et se poursuit sur la face diaphragmatique ou base du cœur. À ce niveau, elle est en rapport avec la branche circonflexe de l'artère coronaire gauche. Poursuivant son trajet dans le sillon coronaire, la grande veine cardiaque s'élargit progressivement pour former le sinus coronaire, qui se jette dans l'atrium droit (fig. 3.82B).

Veine cardiaque moyenne.

La veine cardiaque moyenne (veine interventriculaire postérieure) naît près de l'apex cardiaque et chemine dans le sillon interventriculaire postérieur vers le sinus coronaire (fig. 3.82B). Sur son trajet, elle est en rapport avec la branche interventriculaire postérieure de l'artère coronaire droite ou gauche.

Petite veine cardiaque.

La **petite veine cardiaque** naît dans la partie antéro-inférieure du sillon coronaire, entre l'atrium droit et le ventricule droit (fig. 3.82A). Elle se poursuit dans un sillon à la face diaphragmatique (base) du cœur où elle rejoint le sinus coronaire près de son extrémité atriale. Sur son trajet, elle est en rapport avec l'artère coronaire droite et peut recevoir la **veine marginale droite** (fig. 3.82A). Cette petite veine est en rapport avec la branche marginale de l'artère coronaire droite le long du bord aigu du cœur. Si la veine marginale droite ne rejoint pas la petite veine cardiaque, elle se jette directement dans l'atrium droit.

Veine cardiaque postérieure.

La **veine cardiaque postérieure** chemine à la face postérieure du ventricule gauche, juste à gauche de la veine cardiaque moyenne (fig. 3.82B). Elle se termine soit en se jetant directement dans le sinus coronaire, soit en s'abouchant dans la grande veine cardiaque.

Autres veines cardiaques.

Deux autres groupes de veines cardiaques sont également impliqués dans le drainage veineux du cœur.

- Les **veines antérieures du ventricule droit** (**veines cardiaques antérieures**) sont de petites veines qui cheminent à la face antérieure du ventricule droit (fig. 3.82A). Elles croisent le sillon coronaire et pénètrent la paroi antérieure de l'atrium droit. Elles drainent la partie antérieure du ventricule droit. La veine marginale droite peut faire partie de ce groupe de veines lorsqu'elle ne se jette pas dans la petite veine cardiaque.
- Un groupe de très petites veines cardiaques (**veines minimes du cœur** ou **veines de Thebesius**) est également rapporté. Se drainant directement dans les cavités cardiaques, elles sont nombreuses au niveau de l'atrium et du ventricule droits, occasionnelles au niveau de l'atrium gauche, et rares au niveau du ventricule gauche.

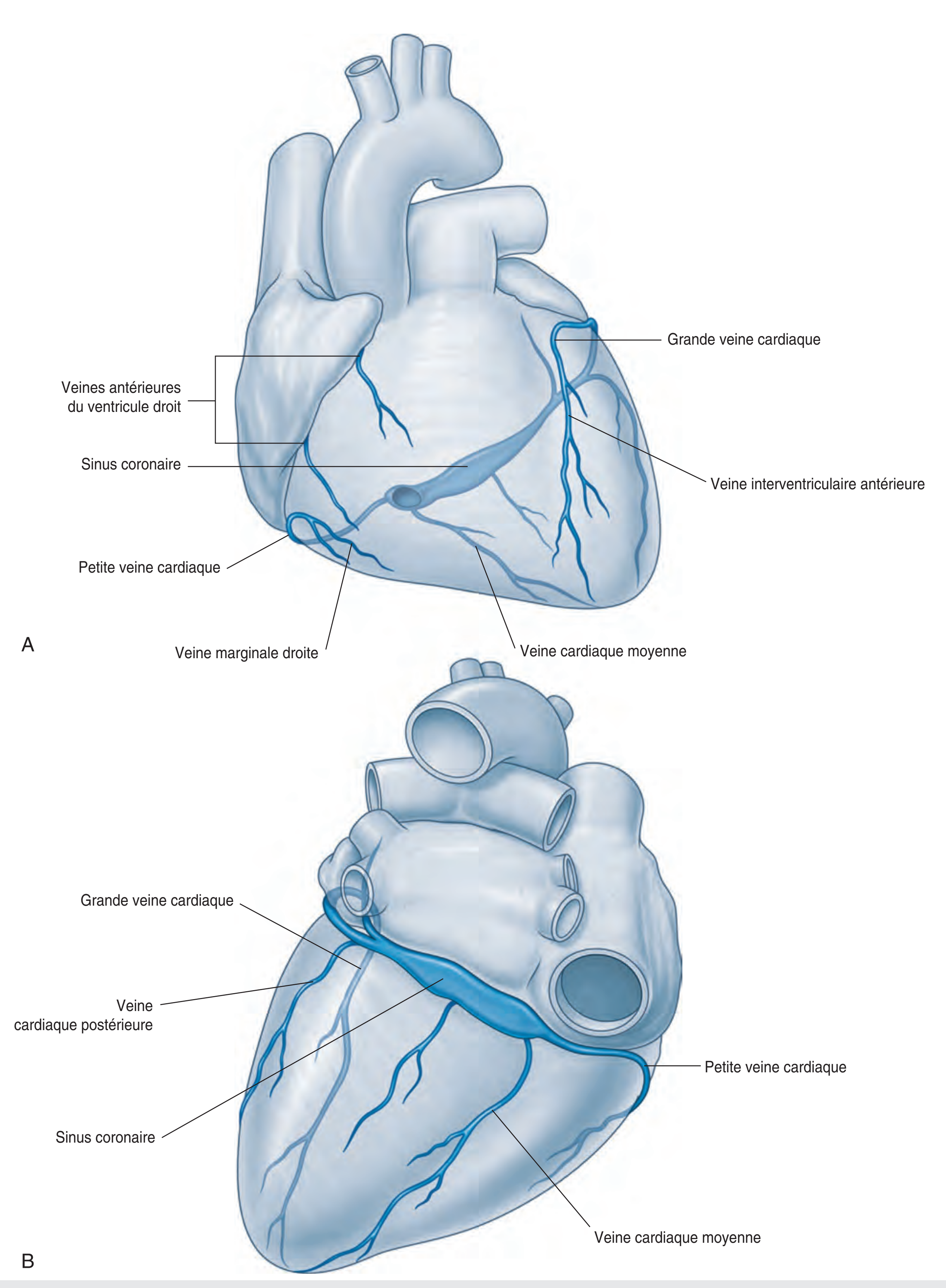


Figure 3.82 Principales veines cardiaques. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postéro-inférieure.

Lymphatiques coronaires

Les vaisseaux lymphatiques du cœur suivent le trajet des artères coronaires et se drainent principalement dans :

- les nœuds brachiocéphaliques, en avant des veines brachiocéphaliques ;
- les nœuds trachéobronchiques, à l'extrémité inférieure de la trachée.

Système de conduction cardiaque

La paroi musculaire des atriums et des ventricules est capable de se contracter spontanément. Le système de conduction cardiaque (système cardionecteur) initie et coordonne les contractions. Ce système de conduction est composé de nœuds et de réseaux de cellules myocardiques spécialisées, organisés en quatre éléments :

- le nœud sinuatrial ;
- le nœud atrioventriculaire ;
- le faisceau atrioventriculaire avec ses branches droite et gauche ;
- le plexus sous-endocardique de cellules de conduction (fibres de Purkinje).

L'unique réseau de distribution du système de conduction cardiaque établit un important flux unidirectionnel d'excitation/contraction. Le long de son trajet, les principales branches du système de conduction sont isolées du myocarde environnant par du tissu conjonctif. Celui-ci tend à diminuer les stimulations et les contractions inappropriées des fibres musculaires cardiaques.

Le nombre de contacts fonctionnels entre le faisceau de conduction et le muscle cardiaque est très important au niveau du réseau sous-endocardique.

Ainsi, une onde unidirectionnelle d'excitation et de contraction est établie, et se déplace des muscles papillaires et de l'apex des ventricules vers les chambres d'éjection artérielle.

En clinique

Système de conduction cardiaque

Le système de conduction cardiaque peut être altéré par les pathologies artérielles coronaires. Le rythme cardiaque normal peut être perturbé lorsque la vascularisation du système de conduction cardiaque est interrompue. Si un trouble du rythme affecte la fréquence ou l'ordre de contraction des cavités cardiaques, une défaillance cardiaque voire la mort peuvent survenir.

Nœud sinuatrial

Les impulsions naissent au niveau du **nœud sinuatrial**, le « pacemaker cardiaque ». Cet ensemble de cellules est localisé à l'extrémité supérieure de la crista terminalis, au niveau de la jonction entre la veine cave supérieure et l'atrium droit (fig. 3.83A). Celle-ci correspond également à la jonction entre les parties de l'atrium droit issues du sinus veineux embryonnaire et l'atrium droit lui-même.

Les signaux d'excitation générés par le nœud sinuatrial se propagent dans les atriums, entraînant leur contraction.

Nœud atrioventriculaire

Simultanément, l'onde d'excitation dans les atriums stimule le **nœud atrioventriculaire**, qui est situé près de l'ostium du sinus coronaire, proche de l'insertion de la valvule septale de la valve tricuspide, au sein du septum atrioventriculaire (fig. 3.83A).

Le nœud atrioventriculaire est un ensemble de cellules spécialisées, qui constituent l'origine d'un système élaboré de tissu de conduction, le faisceau atrioventriculaire, qui transmet les impulsions d'excitation à l'ensemble de la paroi musculaire des ventricules.

Faisceau atrioventriculaire

Le **faisceau atrioventriculaire** est en continuité directe avec le nœud atrioventriculaire (fig. 3.83A). Il chemine le long du bord inférieur de la partie membraneuse du septum interventriculaire avant de se diviser en faisceaux droit et gauche.

La **branche droite du faisceau** se poursuit au niveau de la face droite du septum interventriculaire vers l'apex du ventricule droit. À partir du septum, elle pénètre dans la trabécule septomarginale pour rejoindre la base du muscle papillaire antérieur (pilier). À ce niveau, elle se divise et se prolonge avec l'élément final du système de conduction cardiaque, les plexus sous-endocardiques de cellules de conduction ventriculaire ou fibres de Purkinje. Ce réseau de cellules spécialisées se distribue à l'ensemble du ventricule et transmet l'excitation au muscle ventriculaire, y compris aux muscles papillaires.

La **branche gauche du faisceau** chemine sur la face gauche du septum interventriculaire et descend vers l'apex du ventricule gauche (fig. 3.83B). Sur son trajet, elle donne des branches qui se prolongent par la suite avec les **plexus sous-endocardiques de cellules de conduction** (**fibres de Purkinje**). Comme à droite, ce réseau de cellules spécialisées transmet les impulsions d'excitation à l'ensemble du ventricule.

Innervation cardiaque

La partie autonome du système nerveux périphérique est directement responsable de la régulation :

- du rythme cardiaque ;
- de la force de chaque contraction ;
- de l'éjection cardiaque.

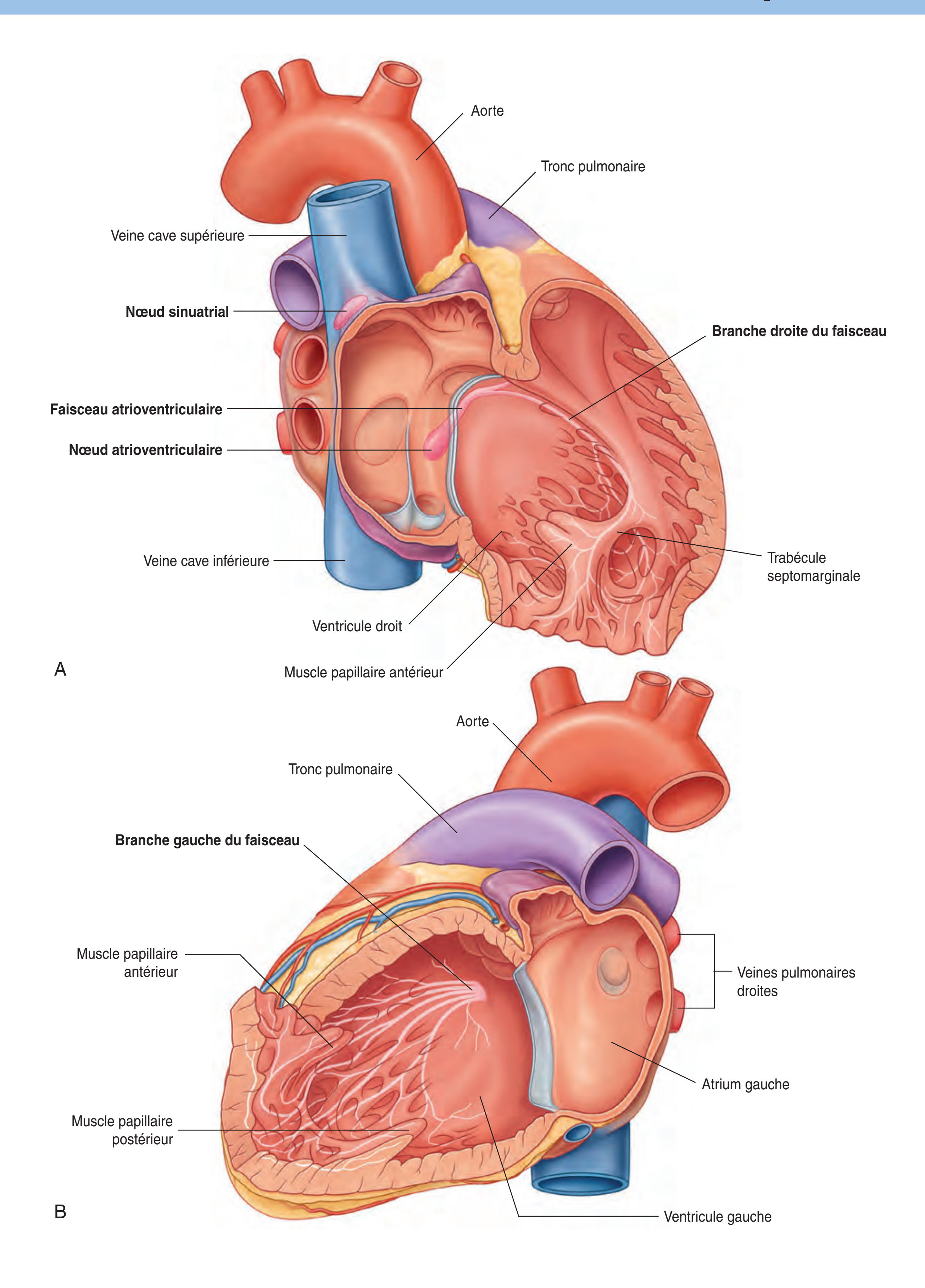


Figure 3.83 Système de conduction cardiaque. **A.** Cavités droites. **B.** Cavités gauches.

Les fibres des systèmes sympathique et parasympathique contribuent à la formation du **plexus cardiaque**. Ce plexus est constitué d'une **partie superficielle**, sous l'arc de l'aorte, entre celle-ci et le tronc pulmonaire (fig. 3.84A), et d'une **partie profonde**, entre l'arc de l'aorte et la bifurcation trachéale (fig. 3.84B).

À partir de ce plexus cardiaque, de petits rameaux nerveux contenant à la fois des fibres sympathiques et parasympathiques innervent le cœur. Ces fibres agissent sur le tissu nodal et les autres composants du système de conduction, les vaisseaux coronaires et la paroi musculaire des atriums et des ventricules.

Innervation parasympathique

La stimulation du système parasympathique entraîne :

- une diminution de la fréquence cardiaque ;
- une diminution de la force de contraction du cœur ;
- une constriction des artères coronaires.

Figure 3.84 Plexus cardiaque. **A.** Superficiel. **B.** Profond.

Les fibres parasympathiques préganglionnaires gagnent le cœur par les rameaux cardiaques des nerfs vagues droit et gauche. Elles pénètrent le plexus cardiaque et font synapse dans des ganglions situés soit au sein du plexus, soit dans la paroi des atriums.

Innervation sympathique

La stimulation du système sympathique entraîne :

- une augmentation de la fréquence cardiaque ;
- une augmentation de la force de contraction cardiaque.

Les fibres sympathiques gagnent le cœur par les nerfs cardiaques du tronc sympathique. Les fibres sympathiques préganglionnaires des quatre ou cinq premiers segments de la moelle spinale thoracique pénètrent et traversent le tronc sympathique. Elles font synapse au niveau des ganglions sympathiques cervicaux et thoraciques supérieurs, et les fibres postganglionnaires forment des rameaux bilatéraux du tronc sympathique vers le plexus cardiaque.

Fibres viscérales afférentes

Les fibres viscérales afférentes du cœur font également partie du plexus cardiaque. Ces fibres cheminent à travers le plexus cardiaque et retournent vers le système nerveux central au sein des nerfs cardiaques du tronc sympathique et des rameaux cardiaques des nerfs vagues.

Les fibres afférentes associées aux nerfs vagues cardiaques retournent vers les nerfs vagues. Elles transmettent des informations sur les variations de pression artérielle et sur la biochimie sanguine, et sont ainsi impliquées dans les réflexes cardiaques.

Les fibres afférentes associées aux nerfs cardiaques des troncs sympathiques retournent soit vers la portion cervicale, soit vers la portion thoracique du tronc sympathique. Lorsqu'elles sont dans la portion cervicale de ce tronc, elles descendent vers la région thoracique où elles pénètrent les quatre ou cinq premiers segments de la moelle spinale thoracique avec les fibres afférentes de la région thoracique du tronc sympathique. Les afférences viscérales du système sympathique conduisent les sensations douloureuses du cœur, qui sont détectées à un niveau cellulaire lors des épisodes de souffrance tissulaire (ischémie cardiaque). Ces douleurs sont souvent «projetées» sur les régions cutanées innervées par les mêmes niveaux médullaires (voir au chapitre 1 l'encadré «En clinique. Douleur projetée» et plus bas le cas clinique 1, «Infarctus du myocarde»).

Tronc pulmonaire

Le **tronc pulmonaire** est situé au sein du sac péricardique (fig. 3.85). Il est recouvert du feuillet viscéral du péricarde séreux et est en rapport avec l'aorte ascendante dans une gaine commune. Il naît du cône artériel du ventricule droit par l'ostium du tronc pulmonaire, situé légèrement en avant de l'ostium aortique, puis prend un trajet ascendant vers l'arrière et la gauche pour se placer à gauche de l'aorte ascendante alors qu'il est en avant de celle-ci à son origine. Approximativement en regard du disque intervertébral TV–TVI, contre le

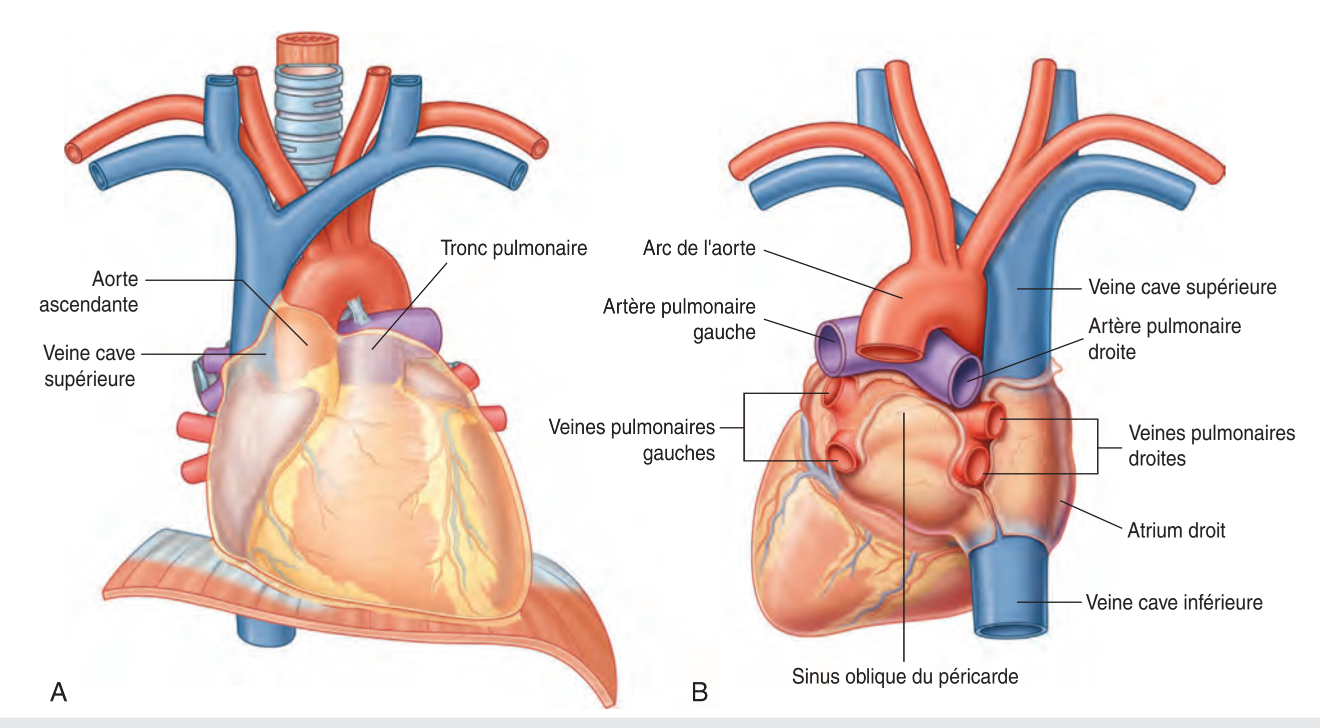
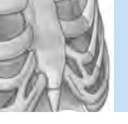


Figure 3.85 Principaux vaisseaux du médiastin moyen. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérieure.



bord gauche du sternum et en arrière du troisième cartilage costal gauche, le tronc pulmonaire se divise en :

- artère pulmonaire droite, qui se dirige vers la droite, en arrière de l'aorte ascendante et de la veine cave supérieure, pour pénétrer le poumon droit ;
- artère pulmonaire gauche, qui passe sous l'arc de l'aorte et en avant de l'aorte descendante pour pénétrer le poumon gauche.

Aorte ascendante

L'**aorte ascendante** est située au sein du sac péricardique. Elle est recouverte du feuillet viscéral du péricarde séreux, qui entoure également le tronc pulmonaire dans une gaine commune (fig. 3.85A).

L'aorte ascendante prend son origine au niveau de l'ostium aortique situé à la base du ventricule gauche, en regard du bord inférieur du troisième cartilage costal gauche, en arrière de la partie gauche du sternum. Puis elle prend un trajet ascendant, légèrement vers l'avant et la droite, et se poursuit jusqu'au niveau du deuxième cartilage costal droit. À ce niveau, elle pénètre le médiastin supérieur et se poursuit par l'**arc de l'aorte**.

Immédiatement en aval de son origine, l'aorte ascendante présente trois petites dilatations en regard des valvules semi-lunaires de la valve aortique. Ce sont les sinus aortiques droit, gauche et postérieur. Les artères coronaires droite et gauche naissent respectivement au niveau des sinus aortiques droit et gauche.

Autres vaisseaux

La moitié inférieure de la **veine cave supérieure** est située au sein du sac péricardique (fig. 3.85B). Elle passe dans le péricarde fibreux en regard du deuxième cartilage costal et pénètre dans l'atrium droit au niveau du bord inférieur du troisième cartilage costal. La portion de veine cave supérieure située dans le sac péricardique est recouverte de péricarde séreux, excepté sur une petite zone à sa face postérieure.

Après avoir traversé le diaphragme, approximativement en regard de la vertèbre TVIII, la **veine cave inférieure** pénètre dans le péricarde fibreux. Une petite portion de ce vaisseau est située au sein du sac péricardique avant d'arriver dans l'atrium droit. Dans le sac péricardique, elle est recouverte de péricarde séreux, excepté sur une petite zone à sa face postérieure (fig. 3.85B).

Un très petit segment de chaque veine pulmonaire est également situé dans le sac péricardique. Ces veines, qui sont en général deux par poumon, passent dans le péricarde fibreux et pénètrent dans la région supérieure de l'atrium gauche, à sa face postérieure. Dans le sac péricardique, elles sont recouvertes de péricarde séreux, sauf sur une petite portion à leur face postérieure. De plus, le **sinus oblique du péricarde**, situé entre les veines pulmonaires droites et gauches, est également situé au sein du sac péricardique (fig. 3.85B).

Médiastin supérieur

Le **médiastin supérieur** est situé en arrière du manubrium sternal et en avant des corps des quatre premières vertèbres thoraciques (voir fig. 3.57).

- Sa limite supérieure est formée d'un plan oblique passant par l'incisure jugulaire en avant et du bord supérieur de la vertèbre TI en arrière.
- En bas, un plan horizontal passant par l'angle sternal et le disque intervertébral entre les vertèbres TIV et TV le sépare du médiastin inférieur.
- De chaque côté, il est limité latéralement par la partie médiastinale de la plèvre pariétale.

Le médiastin supérieur est en continuité avec le cou au-dessus et le médiastin inférieur en dessous.

Les principales structures situées au sein du médiastin supérieur (fig. 3.86 et fig. 3.87) sont :

- le thymus ;
- les veines brachiocéphaliques droite et gauche ;
- la veine intercostale supérieure gauche ;
- la veine cave supérieure ;
- l'arc de l'aorte et ses trois principales branches collatérales ;
- la trachée ;
- l'œsophage ;
- les nerfs phréniques ;
- les nerfs vagues ;
- le nerf récurrent laryngé gauche, rameau du nerf vague gauche ;
- le conduit thoracique ;
- d'autres petits nerfs, vaisseaux sanguins et lymphatiques.

Thymus

Le **thymus** est la structure la plus antérieure du médiastin supérieur, située immédiatement en arrière du manubrium sternal. C'est une structure bilobée et asymétrique (voir fig. 3.58).

La partie supérieure du thymus peut se prolonger dans le cou jusqu'à la hauteur de la glande thyroïde ; sa partie inférieure s'étend typiquement dans le médiastin antérieur sur le sac péricardique.

Impliqué dans le développement précoce du système immunitaire, le thymus est un organe volumineux chez l'enfant. Il s'atrophie progressivement après la puberté et présente une taille très variable chez l'adulte. Chez la personne âgée, il est difficilement identifiable en tant qu'organe ; il correspond

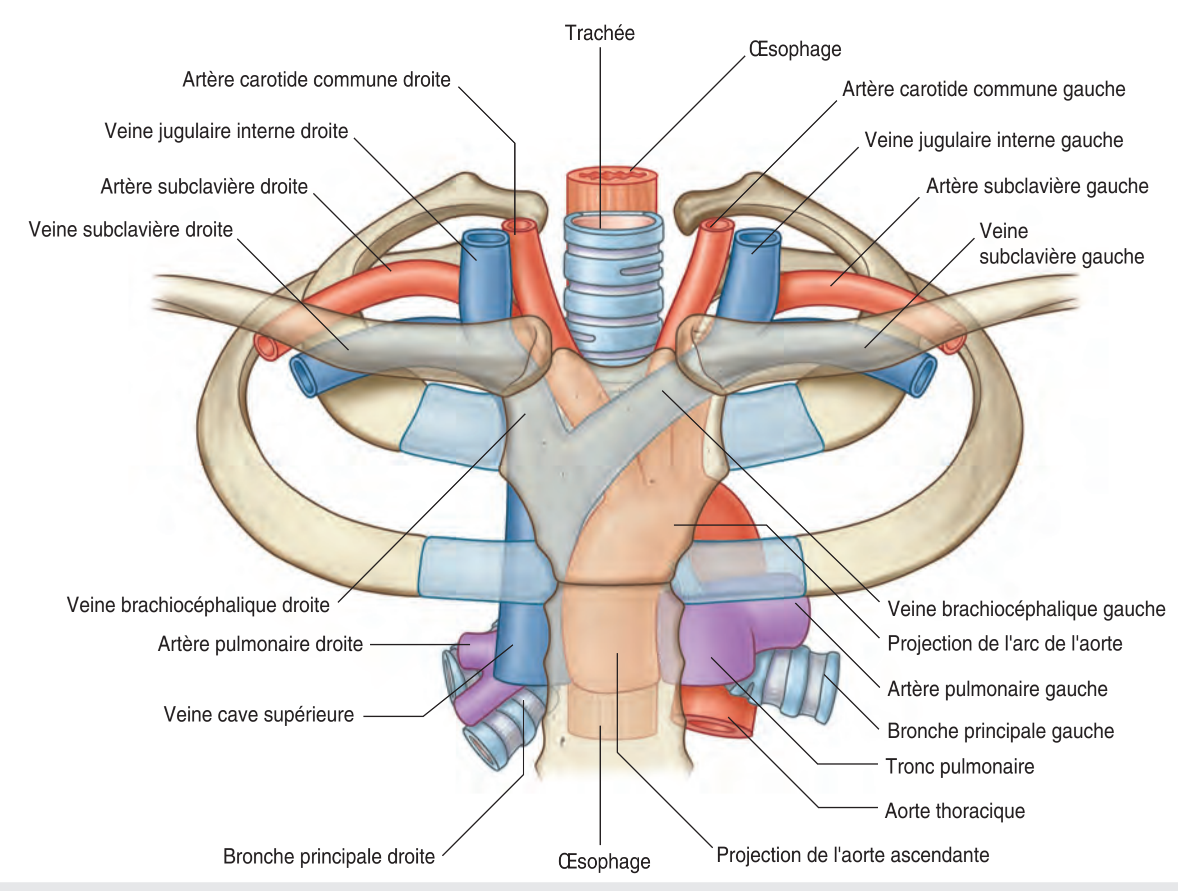


Figure 3.86 Structures du médiastin supérieur.

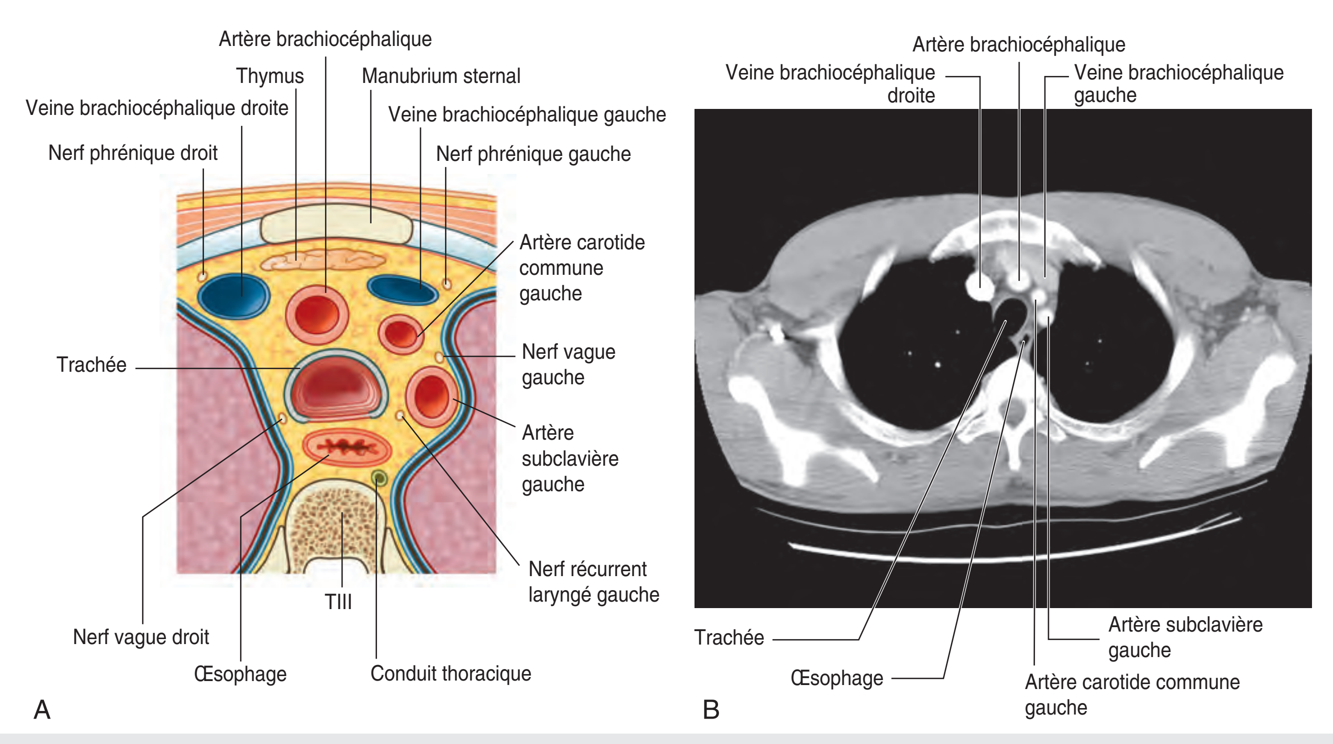


Figure 3.87 Coupe horizontale du médiastin supérieur au niveau de la vertèbre TIII. **A.** Schéma. **B.** Coupe horizontale de scanner.

alors principalement à du tissu graisseux, parfois disposé en deux lobules graisseux.

Les artères qui vascularisent le thymus sont de petits vaisseaux issus des artères thoraciques internes. Le drainage veineux se fait généralement dans la veine brachiocéphalique gauche et parfois dans les veines thoraciques internes.

Le drainage lymphatique est assuré par plusieurs groupes de nœuds lymphatiques, dont un ou plusieurs sont situés :

- le long des artères thoraciques internes (parasternal) ;
- au niveau de la bifurcation trachéale (trachéobronchique) ;
- à la racine du cou.

En clinique

Glandes parathyroïdes ectopiques au sein du thymus

Les glandes parathyroïdes sont issues de la troisième poche pharyngienne, dont est également issu le thymus. Le thymus est ainsi un site habituel d'ectopie des glandes parathyroïdes, et possiblement de production ectopique d'hormones parathyroïdiennes.

Veines brachiocéphaliques droite et gauche

Les veines brachiocéphaliques droite et gauche sont situées immédiatement en arrière du thymus. Elles sont formées de chaque côté par la réunion des veines jugulaires internes et subclavières (voir fig. 3.86). La veine brachiocéphalique gauche croise la ligne médiane et rejoint la veine brachiocéphalique droite pour former la veine cave supérieure (fig. 3.88).

- La **veine brachiocéphalique droite** naît en arrière de l'extrémité médiale de la clavicule droite, puis se dirige verticalement vers le bas et rejoint la veine brachiocéphalique gauche pour former la veine cave supérieure. Elle reçoit plusieurs collatérales, dont la veine vertébrale, la veine première intercostale postérieure et la veine thoracique interne. Elle peut également recevoir les veines thyroïdienne inférieure et thymique.
- La **veine brachiocéphalique gauche** naît en arrière de l'extrémité médiale de la clavicule gauche. Elle se dirige vers la droite, prenant une direction légèrement descendante puis rejoint la veine brachiocéphalique droite pour former la veine cave supérieure, en arrière

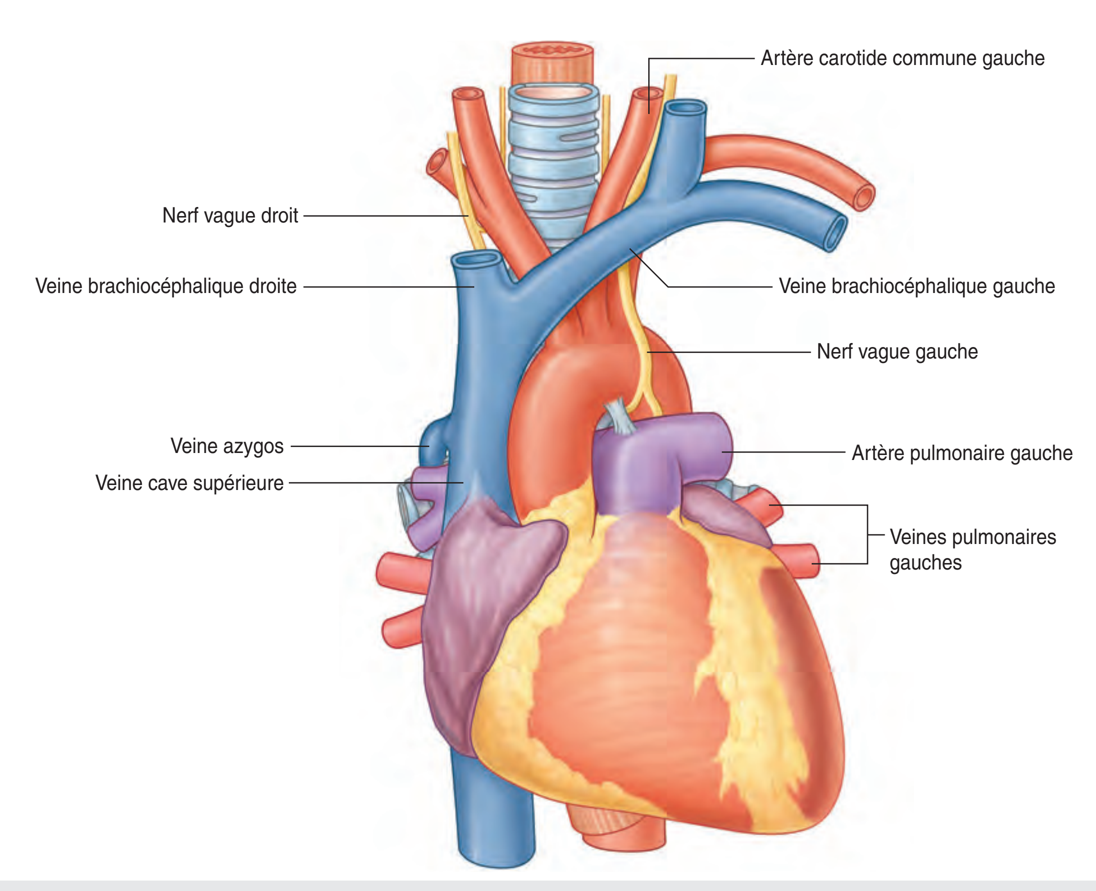


Figure 3.88 Médiastin supérieur après ablation du thymus.

du bord inférieur du premier cartilage costal, près du bord droit du sternum. Elle reçoit plusieurs collatérales dont les veines vertébrale, première intercostale supérieure, intercostale supérieure gauche, thyroïdienne inférieure et thoracique interne. Elle peut également recevoir des veines thymiques et péricardiques. La veine brachiocéphalique gauche croise la ligne médiane en arrière du manubrium chez l'adulte. Chez le nourrisson et l'enfant, la veine brachiocéphalique gauche dépasse le bord supérieur du manubrium et est donc moins protégée.

Veine intercostale supérieure gauche

La **veine intercostale supérieure gauche** reçoit les deux, trois et parfois quatre premières veines intercostales gauches, souvent les veines bronchiques gauches et quelquefois la veine péricardophrénique gauche. Elle passe sur la face gauche de l'arc de l'aorte, en dehors du nerf vague gauche et en dedans du nerf phrénique gauche, avant de se jeter dans la veine brachiocéphalique gauche (fig. 3.89). Vers le bas, elle peut s'unir avec la **veine hémiazygos accessoire** (**veine hémiazygos supérieure**).

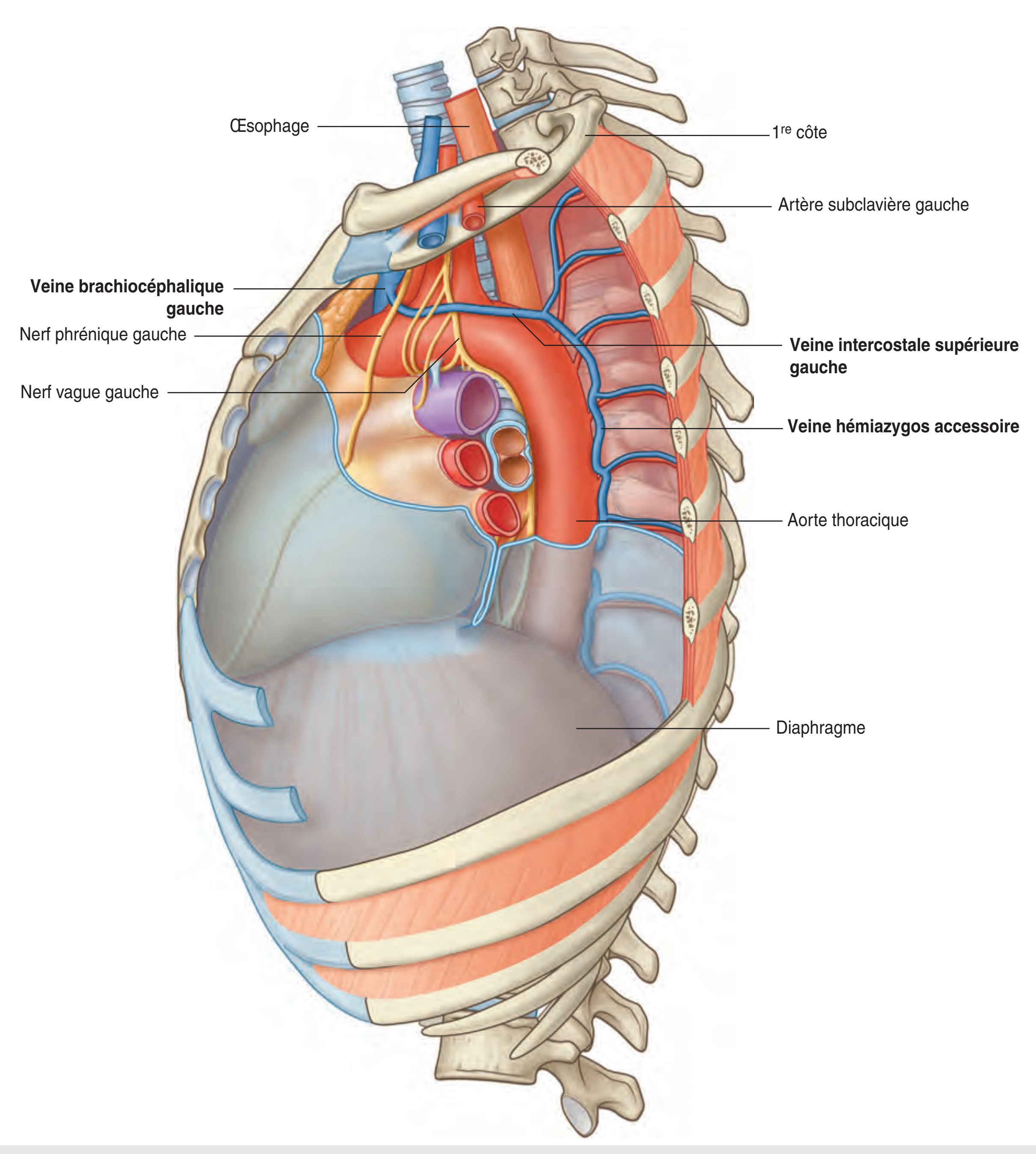


Figure 3.89 Veine intercostale supérieure gauche.

Veine cave supérieure

Orientée verticalement, la veine cave supérieure naît en arrière du bord inférieur du premier cartilage costal de la réunion des veines brachiocéphaliques droite et gauche, et se termine à la hauteur du bord inférieur du troisième cartilage costal en se jetant dans l'atrium droit (voir fig. 3.86).

La moitié inférieure de la veine cave supérieure est dans le sac péricardique ; elle est ainsi située dans le médiastin moyen.

La veine cave supérieure reçoit la veine azygos immédiatement avant de pénétrer dans le sac péricardique, et peut également recevoir des veines péricardiques et médiastinales.

La veine cave supérieure est facilement identifiable sur une radiographie de thorax, où elle correspond à la limite supéro-latérale droite du médiastin (voir fig. 3.67A).

En clinique

Voies veineuses pour les cathéters centraux et de dialyse

De grosses veines systémiques sont utilisées pour la mise en place de voies veineuses centrales afin d'administrer des grandes quantités de solutés, de médicaments ou de sang. La plupart de ces cathéters (petits tubes perforés) sont introduits par ponction veineuse dans les veines axillaire, subclavière ou jugulaire interne. Les cathéters sont ensuite montés à travers les principales veines du médiastin supérieur, et leur extrémité est généralement positionnée au niveau de la portion distale de la veine cave supérieure ou dans l'atrium droit.

De tels dispositifs, comme les cathéters de dialyse, sont mis en place chez les patients présentant une insuffisance rénale ; ainsi, un volume important de sang peut être aspiré dans une des voies et réinjecté par une autre.

En clinique

Utiliser la veine cave supérieure pour accéder à la veine cave inférieure

Comme les veines caves supérieure et inférieure sont orientées selon le même axe vertical, un cathéter peut être poussé de la veine cave supérieure, à travers l'atrium droit, dans la veine cave inférieure. C'est une voie d'accès fréquente pour certaines procédures comme :

- les biopsies hépatiques transjugulaires ;
- les shunts portosystémiques intrahépatiques transjugulaires (TIPS) ;
- la mise en place de filtres dans la veine cave inférieure pour « stopper » les emboles issus des veines des membres inférieurs ou du pelvis (chez les patients présentant une thrombose veineuse profonde [TVP]).

L'arc de l'aorte et ses branches

La portion thoracique de l'aorte peut être divisée en aorte thoracique ascendante, arc de l'aorte et aorte thoracique descendante. Seul l'arc de l'aorte est situé dans le médiastin supérieur. Il fait suite à l'aorte thoracique ascendante, lorsque celle-ci émerge du sac péricardique ; il se dirige ensuite en haut, en arrière puis vers la gauche au sein du médiastin supérieur et se termine à gauche du niveau vertébral TIV–TV (voir fig. 3.86). Montant jusqu'au milieu du manubrium sternal, l'arc de l'aorte est d'abord situé en avant puis sur la face latérale de la trachée.

Trois branches collatérales naissent de la face supérieure de l'arc de l'aorte ; à leur origine, elles sont toutes les trois croisées en avant par la veine brachiocéphalique gauche.

Première branche

Naissant sur la droite, la première branche de l'arc de l'aorte est le **tronc brachiocéphalique** (fig. 3.90). C'est la plus volumineuse des trois branches, et à son origine derrière le manubrium sternal, elle est légèrement antérieure aux deux autres branches. Elle se dirige en haut, et discrètement en arrière et à droite. Au niveau du bord supérieur de l'articulation sternoclaviculaire droite, le tronc brachiocéphalique se divise en :

- **artère carotide commune droite** ;
- **artère subclavière droite** (voir fig. 3.86).

Ces artères vascularisent l'essentiel de la partie droite de la tête et du cou, et le membre supérieur droit respectivement.

Parfois, le tronc brachiocéphalique donne une petite branche, l'**artère thyroidea ima**, qui contribue à la vascularisation de la glande thyroïde.

Deuxième branche

La deuxième branche de l'arc de l'aorte est l'**artère carotide commune gauche** (fig. 3.90). Elle naît de l'arc aortique immédiatement à gauche et légèrement en arrière du tronc brachiocéphalique, puis prend une direction ascendante au sein du médiastin supérieur, le long de la face gauche de la trachée.

L'artère carotide commune gauche vascularise la partie gauche de la tête et du cou.

Troisième branche

La troisième branche de l'arc de l'aorte est l'**artère subclavière gauche** (fig. 3.90). Elle naît de l'arc de l'aorte immédiatement à gauche et légèrement en arrière de l'artère carotide commune gauche, puis prend une direction ascendante au sein du médiastin supérieur, le long de la face gauche de la trachée.

L'artère subclavière gauche est la principale artère du membre supérieur gauche.

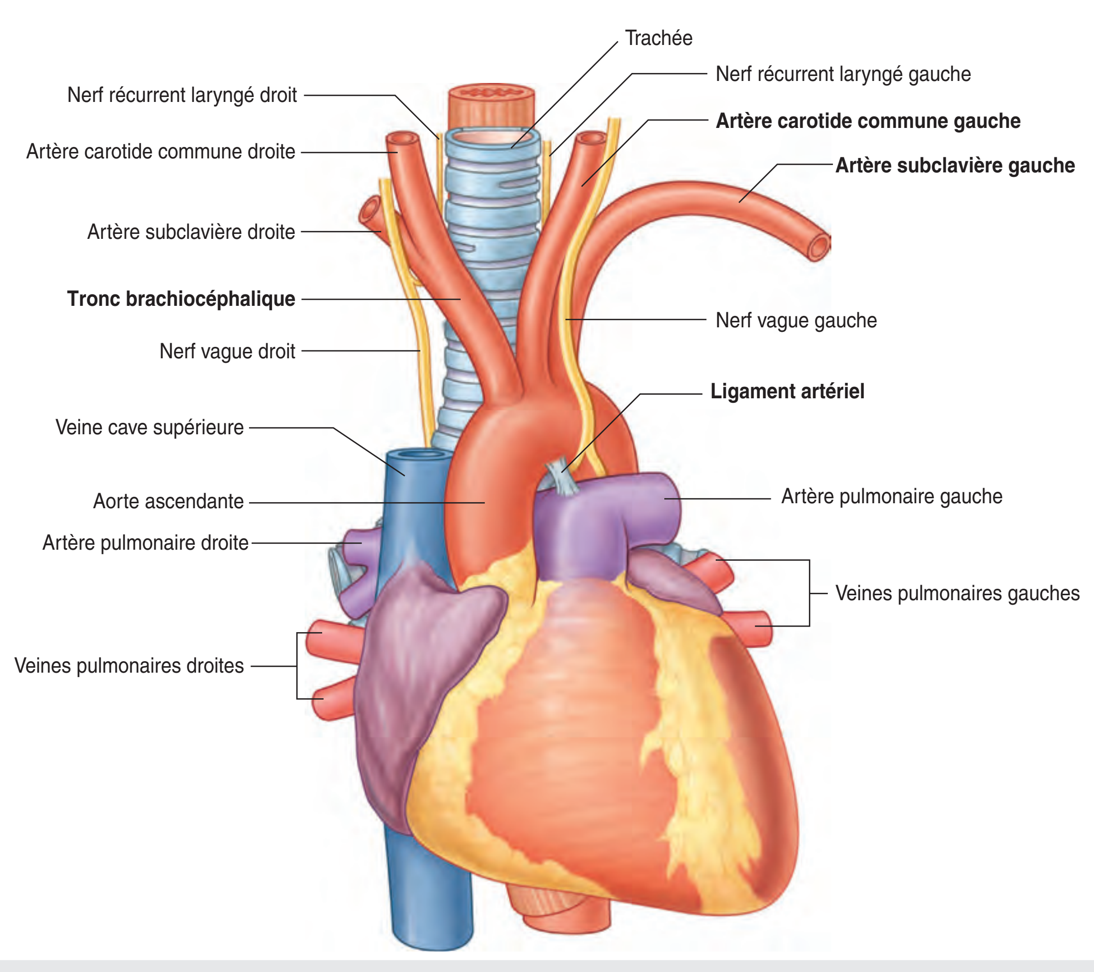


Figure 3.90 Médiastin supérieur après ablation du thymus et des troncs veineux.

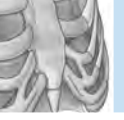
Ligament artériel

Le **ligament artériel** est également situé dans le médiastin supérieur. C'est le reliquat d'un vaisseau perméable important dans la circulation embryonnaire, le **canal artériel**. Celui-ci relie le tronc pulmonaire à l'arc de l'aorte et permet ainsi au sang de court-circuiter les poumons pendant le développement (fig. 3.90). Ce vaisseau se ferme peu après la naissance et forme le ligament observé chez l'adulte.

En clinique

Coarctation de l'aorte

La coarctation de l'aorte est une anomalie congénitale dans laquelle la lumière de l'aorte est rétrécie juste en aval de l'origine de l'artère subclavière gauche. À partir de ce point, le diamètre de l'aorte est significativement réduit et le flux sanguin pour les membres inférieurs et l'abdomen est diminué. Des vaisseaux collatéraux se développent au niveau du thorax et de l'abdomen afin de vasculariser la partie inférieure du corps. Les vaisseaux dilatés et tortueux, qui forment un shunt pour vasculariser l'aorte descendante thoracique, peuvent créer des érosions sur les bords inférieurs des côtes. Celles-ci sont visibles sur les radiographies de thorax sous la forme d'encoches sur le bord inférieur des côtes et témoignent en règle de cas déjà anciens. La coarctation de l'aorte affecte également le cœur, qui doit éjecter le sang à une pression plus élevée pour maintenir une perfusion périphérique. Ce surcroît de travail peut entraîner une défaillance cardiaque.



En clinique

Aorte thoracique

Une athérosclérose diffuse de l'aorte thoracique peut survenir chez les patients présentant une pathologie vasculaire, mais elle entraîne rarement des symptômes. Il existe cependant deux situations cliniques dans lesquelles une atteinte de l'aorte thoracique peut mettre en jeu le pronostic vital.

Traumatisme

L'aorte a trois points de fixation :

- la valve aortique ;
- le ligament artériel ;
- le point de passage derrière le ligament arqué médian du diaphragme pour entrer dans l'abdomen.

Le reste de l'aorte est relativement libre d'attachement par rapport aux autres structures médiastinales. Un choc violent en décélération (comme dans les accidents de la voie publique) peut causer un traumatisme de l'aorte au niveau de ces points de fixation.

Dissection aortique

Dans certaines conditions, comme lors d'une pathologie vasculaire sévère, la paroi de l'aorte peut se disséquer longitudinalement, créant un faux chenal, qui peut ou non rejoindre la véritable lumière de l'aorte en distalité (fig. 3.91). Cette dissection de l'aorte survient entre l'intima et la média. Elle peut se produire à n'importe quel niveau de l'aorte. Si elle survient au niveau de l'aorte ascendante ou de l'arc de l'aorte, le flux sanguin dans les artères coronaires et les artères cérébrales peut être interrompu, entraînant un infarctus du myocarde ou un accident vasculaire cérébral. Dans l'abdomen, le flux des vaisseaux viscéraux peut être interrompu, provoquant une ischémie intestinale ou rénale.

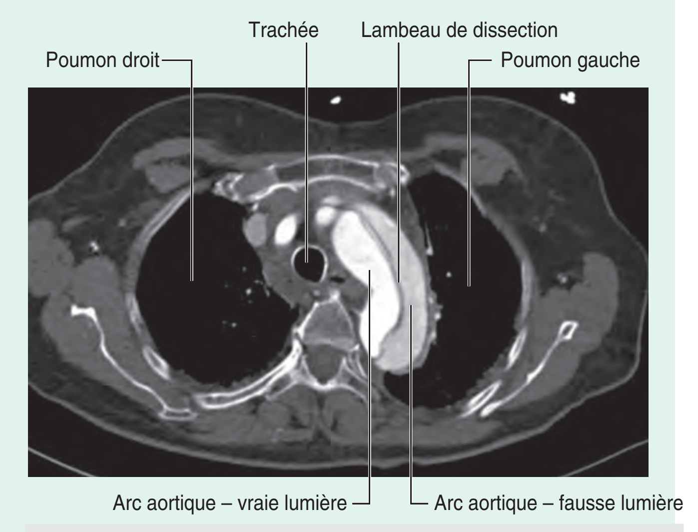


Figure 3.91 Coupe TDM axiale montrant une dissection aortique.

En clinique

L'arc de l'aorte et ses anomalies

L'arc aortique normal chemine sur le flanc gauche de la trachée et passe au-dessus de la bronche principale gauche. Un arc aortique en dextroposition passe au contact du flanc droit de la trachée et au-dessus de la bronche principale droite. L'arc de l'aorte peut être exceptionnellement situé à droite et être asymptomatique. Cette anomalie peut s'associer à une **dextrocardie** (cœur situé à droite), et dans quelques cas à un **situs inversus** complet (inversion gauche–droite des organes du corps). Elle peut également s'associer à une naissance anormale des branches des gros vaisseaux et particulièrement avec une artère subclavière gauche aberrante.

En clinique

Origine anormale des gros vaisseaux

Les gros vaisseaux peuvent parfois avoir une origine anormale. Cela peut être :

- une origine commune du tronc artériel brachiocéphalique et de l'artère carotide commune gauche ;
- une artère vertébrale gauche naissant de l'arc de l'aorte ;
- une artère subclavière droite naissant de la portion distale de l'arc de l'aorte et passant en arrière de l'œsophage, avant de gagner le membre supérieur droit ; ainsi, les gros vaisseaux forment un anneau vasculaire autour de la trachée et de l'œsophage, qui peut potentiellement entraîner des difficultés de déglutition. Cette configuration est l'une des plus fréquentes anomalies de l'arc aortique.

Trachée et œsophage

La trachée est une structure médiane, qui est palpable au niveau de l'incisure jugulaire lorsqu'elle pénètre dans le médiastin supérieur. En arrière de la trachée se trouve l'œsophage, qui est situé immédiatement en avant de la colonne vertébrale (fig. 3.92 et voir fig. 3.86 et fig. 3.87). Il existe une mobilité significative dans le plan vertical entre ces structures au sein du médiastin supérieur. La déglutition et la respiration entraînent des modifications de position, que l'on peut également observer dans certaines pathologies.

Lorsque la trachée et l'œsophage cheminent dans le médiastin supérieur, ils sont croisés latéralement par la veine azygos à droite et l'arc de l'aorte à gauche.

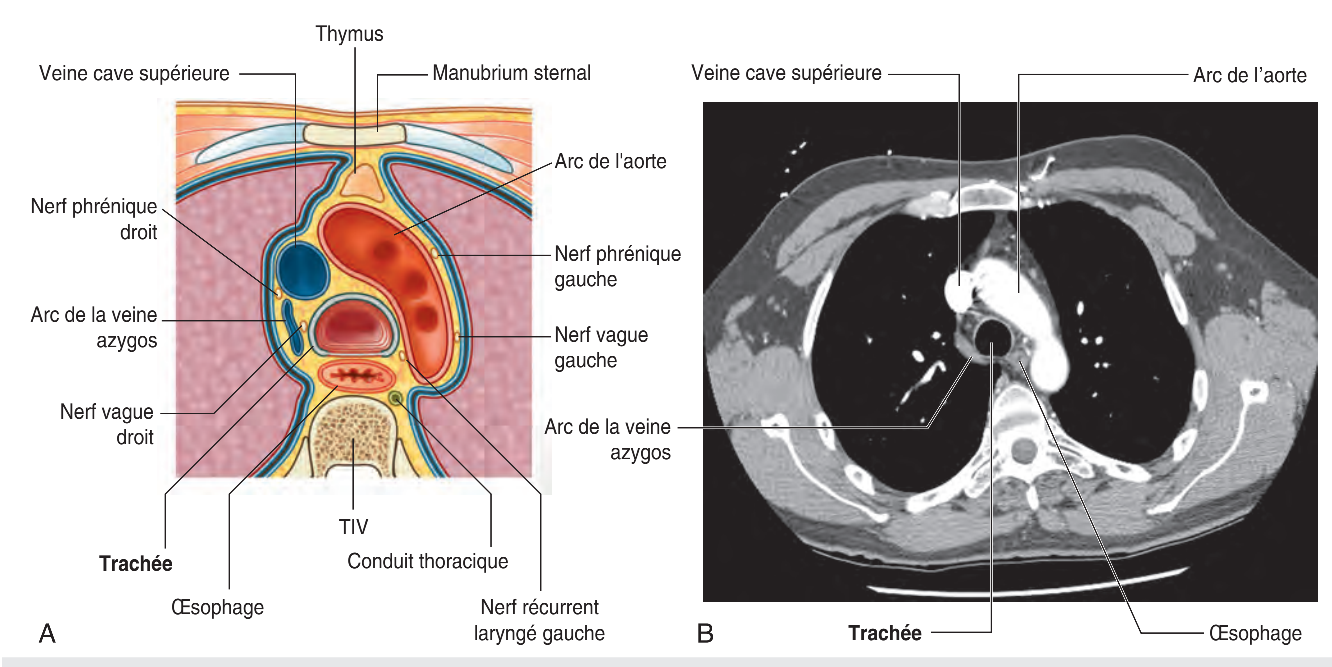


Figure 3.92 Coupe horizontale du médiastin supérieur au niveau de la vertèbre TIV. **A.** Schéma. **B.** Coupe horizontale de scanner.

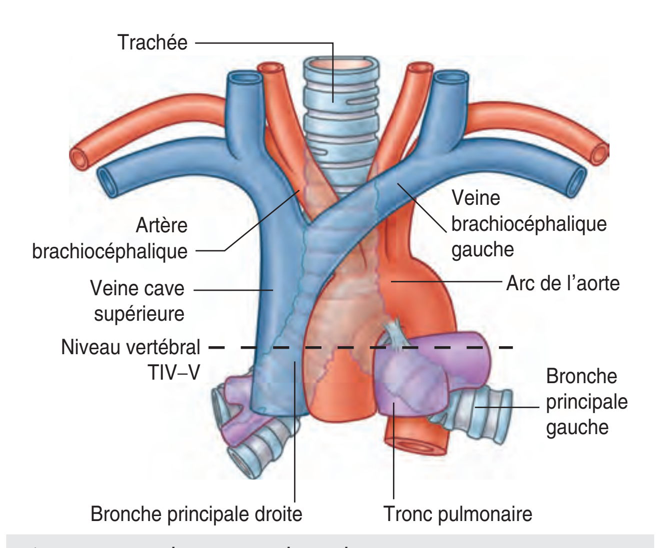


Figure 3.93 Trachée au sein du médiastin supérieur.

La trachée se divise en bronches principales droite et gauche au niveau de, ou juste en dessous du, plan horizontal passant par l'angle sternal et le niveau vertébral TIV–TV (fig. 3.93), alors que l'œsophage se poursuit dans le médiastin postérieur.

Nerfs du médiastin supérieur

Nerfs vagues

Les **nerfs vagues** (X) traversent les parties supérieure et postérieure du médiastin alors qu'ils se dirigent vers la cavité abdominale. Lorsqu'ils traversent le thorax, ils donnent l'innervation parasympathique des viscères thoraciques et transportent les afférences viscérales issues de celles-ci.

Les afférences viscérales des nerfs vagues transmettent au système nerveux central les informations concernant les processus physiologiques normaux et les activités réflexes. Elles ne transmettent pas de sensation douloureuse.

Nerf vague droit

Le **nerf vague droit** pénètre dans le médiastin supérieur. Il se situe entre la veine brachiocéphalique droite et le tronc artériel brachiocéphalique. Il se dirige en bas et en arrière vers la trachée (fig. 3.94), croise la face latérale de la trachée et passe en arrière du hile pulmonaire droit avant de rejoindre l'œsophage. Juste en avant de l'œsophage, il est croisé par l'arc de la veine azygos.

Lorsque le nerf vague droit traverse le médiastin supérieur, il donne des rameaux pour l'œsophage, le plexus cardiaque et le plexus pulmonaire.

Nerf vague gauche

Le **nerf vague gauche** pénètre dans le médiastin supérieur en arrière de la veine brachiocéphalique gauche, entre l'artère carotide commune gauche et l'artère subclavière gauche (fig. 3.95). Lorsqu'il chemine dans le médiastin supérieur, il est situé immédiatement sous la partie médiastinale de la plèvre pariétale et croise la face gauche de l'arc de l'aorte. Il poursuit alors en bas et en arrière, et passe en arrière du hile du poumon gauche avant de rejoindre l'œsophage dans le médiastin postérieur.

Lorsque le nerf vague gauche traverse le médiastin supérieur, il donne des rameaux pour l'œsophage, le plexus cardiaque et le plexus pulmonaire.

Le nerf vague gauche donne également le **nerf récurrent laryngé gauche** au niveau du bord inférieur de l'arc de l'aorte, juste en dehors du ligament artériel. Le nerf récurrent laryngé gauche passe sous l'arc de l'aorte puis remonte sur sa face médiale. Il pénètre ensuite dans l'espace entre la trachée

Figure 3.94 Nerf vague droit traversant le médiastin supérieur.

et l'œsophage, et chemine vers le haut avant de pénétrer dans le cou et de se terminer au niveau du larynx (fig. 3.96).

Nerfs phréniques

Les nerfs phréniques naissent dans la région cervicale, principalement des quatrième, mais aussi des troisième et cinquième segments médullaires cervicaux.

Les nerfs phréniques descendent au sein du thorax et assurent l'innervation motrice et sensitive du diaphragme et de ses enveloppes. Lorsqu'ils cheminent dans le thorax, ils assurent l'innervation via des fibres somatiques afférentes de la plèvre médiastinale, du péricarde fibreux et du feuillet pariétal du péricarde séreux.

Nerf phrénique droit

Le **nerf phrénique droit** pénètre le médiastin supérieur en dehors du nerf vague droit, et en dehors et un peu en arrière de l'origine de la veine brachiocéphalique droite (voir fig. 3.94). Il se poursuit vers le bas le long de la face droite de cette veine, et de la face droite de la veine cave supérieure.

Dans le médiastin moyen, le nerf phrénique droit descend le long de la face droite du sac péricardique, au sein du péricarde fibreux, en avant du hile du poumon droit. Les vaisseaux péricardophréniques l'accompagnent sur la majorité de son trajet dans le thorax (voir fig. 3.60). Il quitte le thorax en pénétrant dans le diaphragme par le foramen de la veine cave inférieure.

Nerf phrénique gauche

Le **nerf phrénique gauche** pénètre le médiastin supérieur dans une position similaire à celle prise par le nerf phrénique droit. Il se situe alors en dehors du nerf vague gauche, et en dehors et légèrement en arrière de l'origine de la veine brachiocéphalique gauche (voir fig. 3.89). Il se poursuit vers le bas et croise la face latérale gauche de l'arc de l'aorte, en avant du nerf vague gauche et de la veine intercostale supérieure gauche.

Dans le médiastin moyen, le nerf phrénique gauche descend le long de la face gauche du sac péricardique, au sein du péricarde fibreux, en avant du hile pulmonaire gauche. Il est alors accompagné par les vaisseaux péricardophréniques (voir fig. 3.60). Il quitte le thorax en pénétrant dans le diaphragme près de l'apex cardiaque.

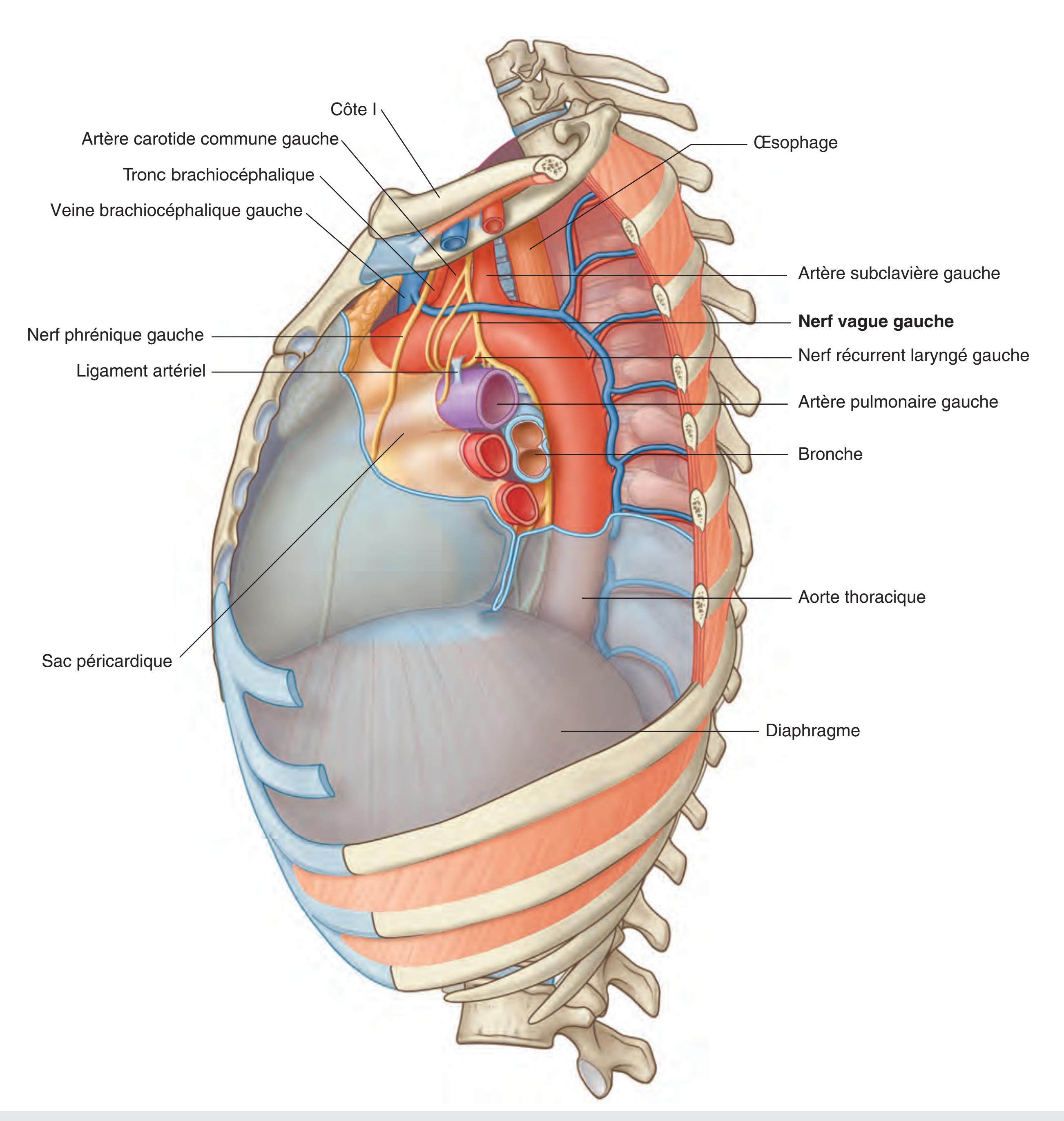


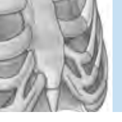
Figure 3.95 Nerf vague gauche traversant le médiastin supérieur.

En clinique

Nerfs vagues, nerfs récurrents laryngés et dysphonie

Le nerf récurrent laryngé gauche est un rameau du nerf vague gauche. Il passe entre l'artère pulmonaire et l'aorte, région nommée **fenêtre aortopulmonaire** en clinique, et peut être comprimé par n'importe quelle masse pathologique dans cette zone. Sa compression entraîne une paralysie de la corde vocale gauche et une dysphonie. L'hypertrophie d'un nœud lymphatique, souvent associée à la diffusion d'un cancer pulmonaire, est une cause fréquente de compression. Une radiographie de thorax est généralement demandée chez les patients présentant une dysphonie.

Plus haut, à la base du cou, le nerf vague droit donne le nerf récurrent laryngé droit qui croise l'artère subclavière droite lorsqu'il surcroise la plèvre cervicale. Si un patient présente une dysphonie et qu'une paralysie de la corde vocale droite est diagnostiquée lors de la laryngoscopie, une radiographie de thorax avec un cliché apical doit être demandée pour la recherche d'un éventuel cancer de l'apex pulmonaire droit (**tumeur de Pancoast**).



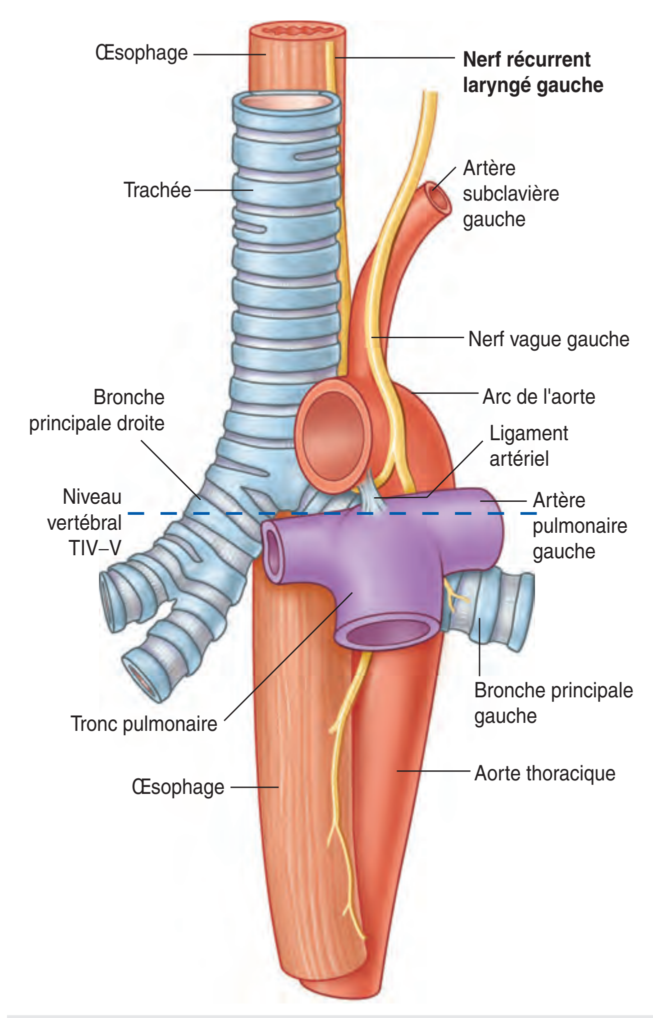


Figure 3.96 Nerf récurrent laryngé gauche traversant le médiastin supérieur.

Conduit thoracique dans le médiastin supérieur

Le **conduit thoracique**, qui est le principal vaisseau lymphatique du corps, chemine dans la partie postérieure du médiastin supérieur (voir fig. 3.87 et fig. 3.92).

- Il pénètre dans le médiastin supérieur par sa face inférieure, légèrement à gauche de la ligne médiane, juste après avoir quitté le médiastin postérieur en regard du niveau vertébral TIV–V.
- Il se poursuit au sein du médiastin supérieur, en arrière de l'arc de l'aorte et de la portion proximale de l'artère subclavière gauche, entre l'œsophage et la face médiastinale gauche de la plèvre pariétale.

Médiastin postérieur

Le **médiastin postérieur** est situé en arrière du sac péricardique et du diaphragme, et en avant des corps vertébraux des vertèbres thoraciques moyennes et inférieures (voir fig. 3.57) :

- sa limite supérieure correspond au plan horizontal passant par l'angle sternal et le disque intervertébral entre les vertèbres TIV–V ;
- sa limite inférieure correspond au diaphragme ;
- latéralement, il est limité par les faces médiastinales des plèvres pariétales de chaque côté ;
- en haut, il se poursuit par le médiastin supérieur.

Les principales structures du médiastin postérieur sont :

- l'œsophage et les plexus nerveux qui lui sont associés ;
- l'aorte thoracique et ses branches ;
- le système veineux azygos ;
- le conduit thoracique et les nœuds lymphatiques associés ;
- les troncs sympathiques ;
- les nerfs splanchniques thoraciques.

Œsophage

L'**œsophage** est un tube musculaire allant du pharynx au niveau du cou à l'estomac au niveau de l'abdomen. Il naît au bord inférieur du cartilage cricoïde, à la hauteur de la vertèbre CVI, et se termine au niveau de l'ostium cardial de l'estomac, à la hauteur de la vertèbre TXI.

L'œsophage descend sur la face antérieure des corps vertébraux, habituellement sur la ligne médiane lorsqu'il traverse le thorax (fig. 3.97). Quand il approche le diaphragme, il se porte en avant et à gauche, croisant la face droite de l'aorte thoracique pour se positionner par la suite en avant de celle-ci. Il passe alors à travers le hiatus de l'œsophage, qui est un ostium au sein de la partie musculaire du diaphragme, en regard du niveau vertébral TX.

L'œsophage présente une discrète courbure antéropostérieure, parallèle à la portion thoracique de la colonne vertébrale. Il est maintenu en haut par son insertion sur le pharynx et en bas au niveau du diaphragme.

Rapports avec les principales structures du médiastin postérieur

Au sein du médiastin postérieur, l'œsophage est en rapport avec plusieurs structures importantes. Sa face droite est recouverte par la face médiastinale de la plèvre pariétale.

Le conduit thoracique est situé en arrière de l'œsophage ; il est sur sa face droite en bas puis le croise vers la gauche plus haut. L'aorte thoracique est également située sur la face gauche de l'œsophage.

L'artère pulmonaire droite et la bronche principale gauche sont en rapport avec la face antérieure de l'œsophage sous le niveau de la bifurcation trachéale. Puis l'œsophage chemine immédiatement en arrière de l'atrium gauche, uniquement séparé de celui-ci par le péricarde. En dessous de l'atrium gauche, l'œsophage est en rapport avec le diaphragme.

D'autres structures en plus du conduit thoracique sont en arrière de l'œsophage ; ce sont certaines parties des veines

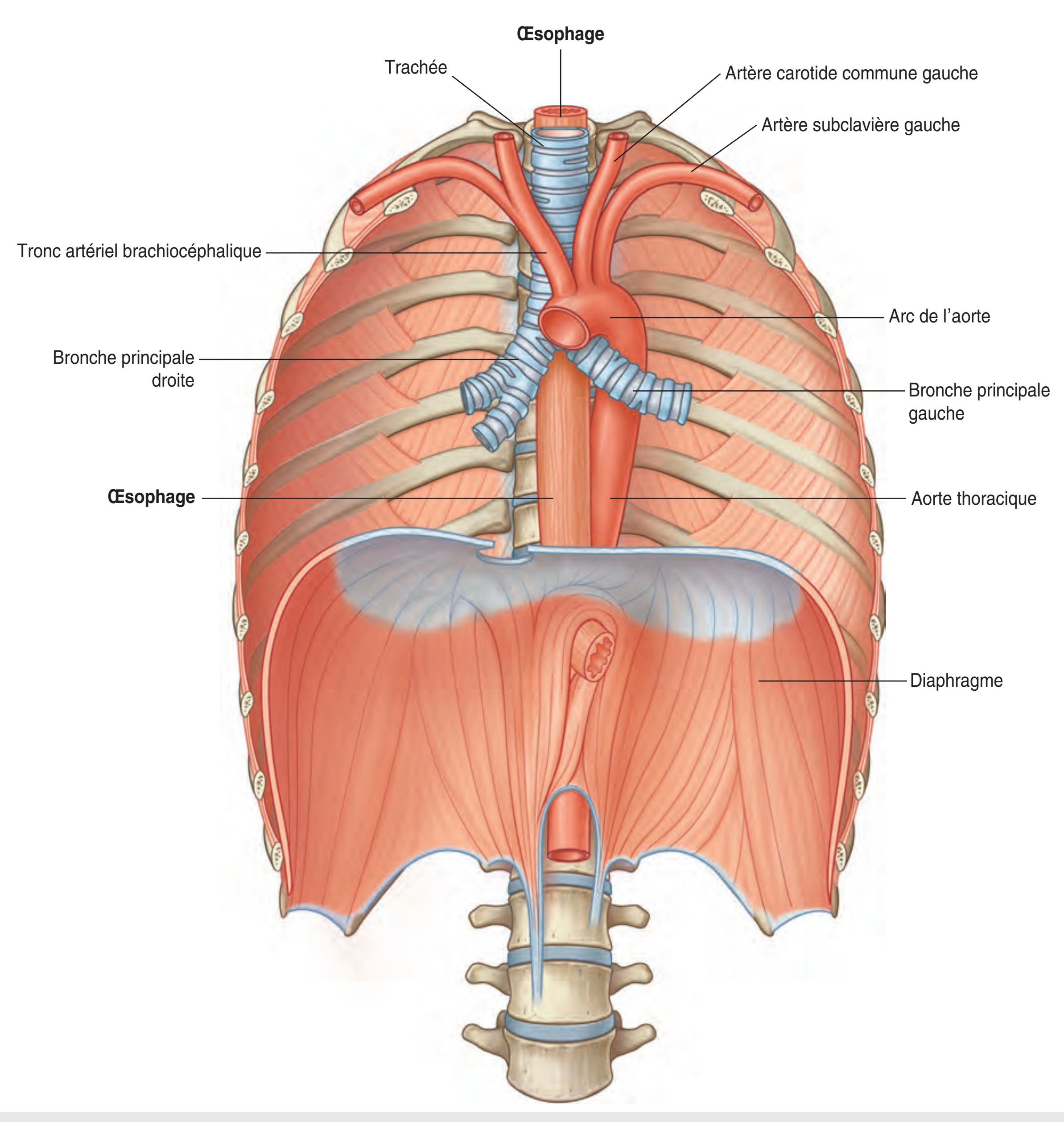


Figure 3.97 Œsophage.

hémiazygos, les vaisseaux intercostaux postérieurs droits et, près du diaphragme, l'aorte thoracique.

L'œsophage est un tube musculaire flexible qui peut être comprimé ou rétréci par les structures voisines en quatre endroits (fig. 3.98) :

- à la jonction entre l'œsophage et le pharynx dans le cou ;
- au sein du médiastin supérieur lorsque l'œsophage croise l'arc de l'aorte ;
- au sein du médiastin postérieur où l'œsophage peut être comprimé par la bronche principale gauche ;
- dans le médiastin postérieur au niveau du hiatus œsophagien du diaphragme.

Ces zones de rétrécissement ont des conséquences cliniques importantes. Par exemple, un objet ingéré se bloque préférentiellement au niveau d'une zone de constriction. Une substance corrosive ingérée se déplacera plus lentement dans une zone de rétrécissement, causant davantage de dommages à ce niveau que n'importe où ailleurs dans l'œsophage. Les zones de constriction peuvent également entraîner des difficultés lors du passage d'instruments médicaux.

Vascularisation artérielle et veineuse, drainage lymphatique

La vascularisation artérielle et veineuse de l'œsophage dans le médiastin postérieur est assurée par de nombreux vaisseaux. Les artères œsophagiennes sont issues de l'aorte thoracique,

des artères bronchiques et de branches ascendantes de l'artère gastrique gauche de l'abdomen.

Le drainage veineux est assuré par de petits vaisseaux se jetant dans la veine azygos, la veine hémiazygos et les branches œsophagiennes de la veine gastrique gauche de l'abdomen.

Le drainage lymphatique de l'œsophage dans le médiastin postérieur est assuré par les nœuds lymphatiques médiastinaux postérieurs et gastriques gauches.

Innervation

L'innervation de l'œsophage est complexe. Globalement, les rameaux œsophagiens sont issus des nerfs vagues et des troncs sympathiques.

Les fibres musculaires striées de la partie supérieure de l'œsophage sont issues des arcs branchiaux et sont innervées par des rameaux nerveux efférents des nerfs vagues.

Les fibres musculaires lisses sont innervées par le contingent parasympathique de la partie autonome du système nerveux périphérique, rameaux efférents viscéraux des nerfs vagues. Ce sont des fibres préganglionnaires qui font synapse avec les plexus myoentériques et sous-muqueux du système nerveux entérique au sein de la paroi œsophagienne.

L'innervation sensitive de l'œsophage est assurée par des fibres viscérales afférentes issues des nerfs vagues, des troncs sympathiques et des nerfs splanchniques.

Les fibres viscérales afférentes issues des nerfs vagues sont impliquées dans le retour de l'information vers le système nerveux central en ce qui concerne les processus physiologiques normaux et les activités réflexes. Elles ne sont pas impliquées dans le relais des perceptions douloureuses.

Les fibres viscérales afférentes des troncs sympathiques et des nerfs splanchniques sont les principales structures assurant la détection des douleurs œsophagiennes et leur transmission à différents niveaux du système nerveux central.

Plexus œsophagien

Les nerfs vagues droit et gauche passent en arrière de la racine des poumons avant de gagner l'œsophage. À ce niveau, chaque nerf se divise en plusieurs rameaux, qui se distribuent à la surface de l'œsophage, formant le **plexus œsophagien** (fig. 3.99). Les fibres des deux nerfs vagues s'entremêlent alors que le plexus se poursuit plus bas sur l'œsophage vers

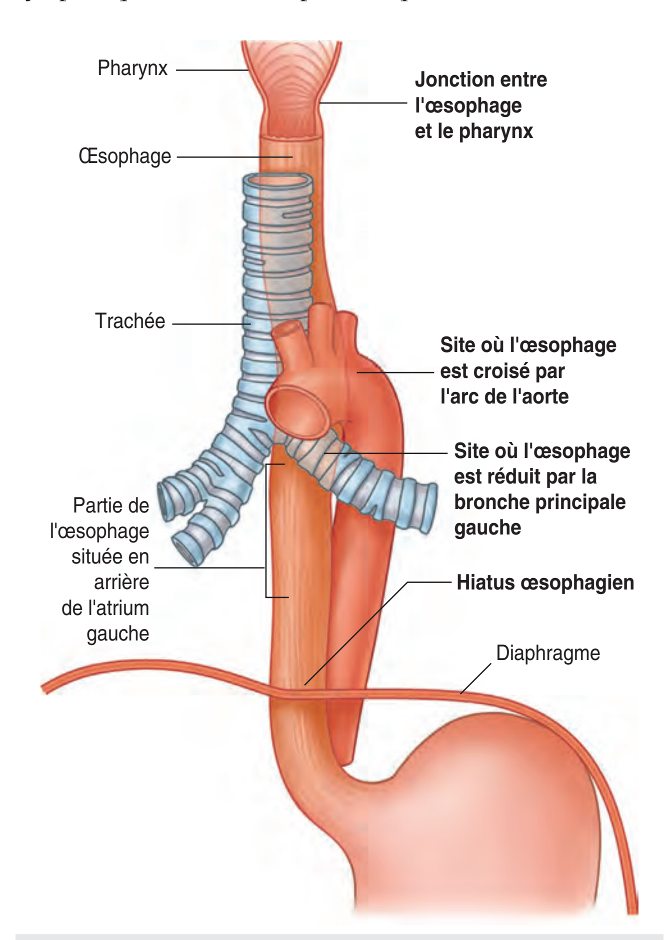


Figure 3.98 Sites de constriction normale de l'œsophage.

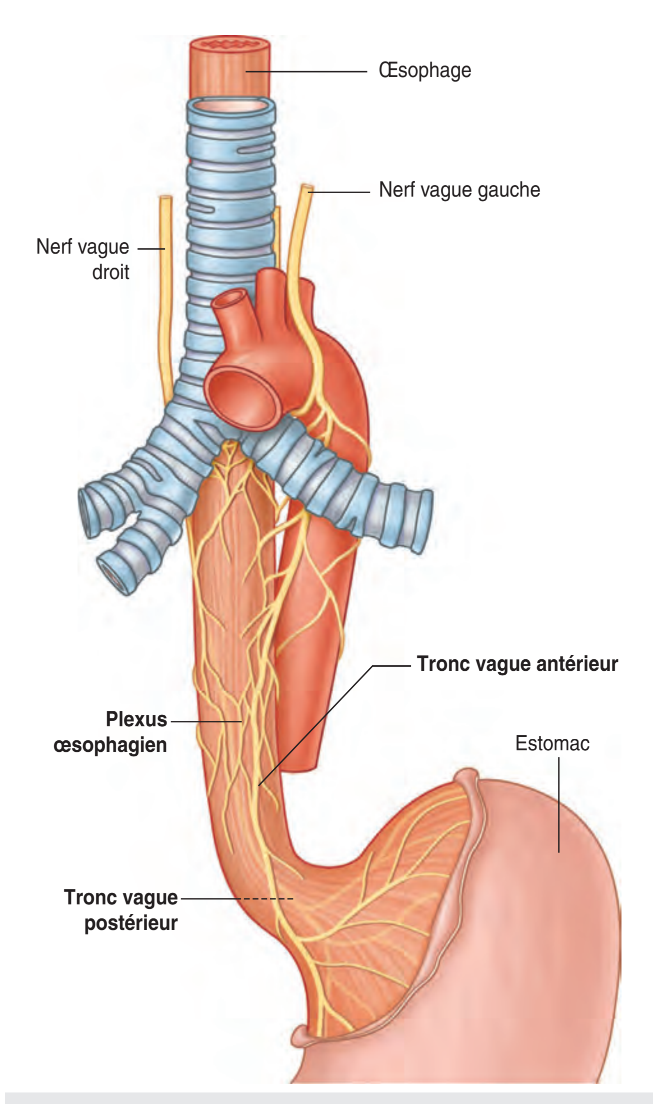


Figure 3.99 Plexus œsophagien.

le diaphragme. Juste au-dessus du diaphragme, les fibres du plexus convergent pour former deux troncs :

- le **tronc vague antérieur**, à la face antérieure de l'œsophage, principalement constitué par les fibres issues du nerf vague gauche ;
- le **tronc vague postérieur**, à la face postérieure de l'œsophage, principalement constitué par les fibres issues du nerf vague droit.

Les troncs vagues se poursuivent à la surface de l'œsophage lorsque celui-ci traverse le diaphragme vers l'abdomen.

En clinique

Cancer de l'œsophage

Lorsqu'un patient présente un cancer de l'œsophage, il est important de savoir quelle portion de l'œsophage contient la tumeur, car la localisation de celle-ci détermine les sites de diffusion de la maladie (fig. 3.100).

Le cancer de l'œsophage diffuse rapidement aux lymphatiques, se drainant vers les nœuds lymphatiques situés dans le cou ou autour de l'artère cœliaque. L'endoscopie ou le transit opaque sont utilisés pour déterminer la localisation de la tumeur primitive. Le scanner ou l'IRM peuvent être nécessaires pour évaluer le stade de la maladie.

Une fois établi le bilan d'extension de la maladie, la prise en charge thérapeutique peut être planifiée.

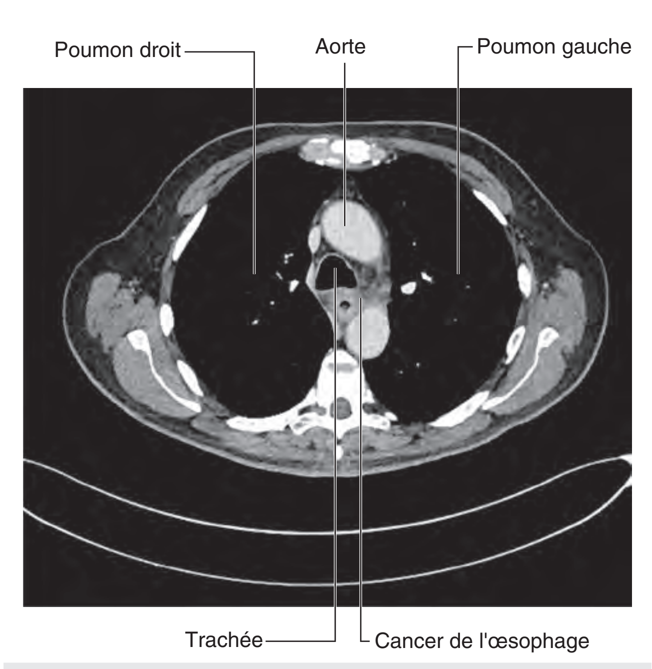


Figure 3.100 Coupe TDM axiale montrant un cancer de l'œsophage.

En clinique

Rupture de l'œsophage

Le premier cas de rupture de l'œsophage a été décrit par Herman Boerhaave en 1724. Ce cas fut mortel, mais la précocité du diagnostic a accru la fréquence de survie jusqu'à 65 %. Si l'affection n'est pas traitée, la mortalité est de 100 %.

Typiquement, la rupture se produit dans le tiers inférieur de l'œsophage lors d'une brutale augmentation de pression causée par un vomissement avec incoordination et absence de relaxation du muscle cricopharyngien. Comme les déchirures siègent typiquement à gauche, elles sont souvent associées à une grande brèche pleurale gauche contenant du liquide gastrique. Chez certains patients, un emphysème sous-cutané peut être retrouvé.

Le traitement idéal est la réparation chirurgicale en urgence.

Aorte thoracique

La portion thoracique de l'aorte descendante (ou **aorte thoracique**) débute en regard du bord inférieur de la vertèbre TIV, où elle fait suite à l'arc de l'aorte. Elle se termine en avant du bord inférieur de la vertèbre TXII, lorsqu'elle passe à travers le hiatus aortique en arrière du diaphragme. Située à gauche de la colonne vertébrale en haut, elle se rapproche de la ligne médiane vers le bas, se plaçant directement en avant des corps vertébraux des dernières vertèbres thoraciques (fig. 3.101). Sur son trajet, l'aorte thoracique donne plusieurs branches qui sont résumées dans le tableau 3.3.

Système veineux azygos

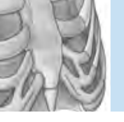
Le système veineux azygos consiste en une série de veines longitudinales, de chaque côté du corps, qui drainent le sang de la paroi de l'organisme et le transportent vers le haut pour se jeter dans la veine cave supérieure. Le sang de certains viscères thoraciques peut également se drainer dans ce système, et il existe des anastomoses avec les veines abdominales.

Les vaisseaux longitudinaux peuvent être ou non en continuité. Ils s'anastomosent avec leurs analogues controlatéraux au niveau de différents sites le long de leur trajet (fig. 3.102).

Le système veineux azygos est une importante voie anastomotique, capable de drainer le sang veineux de la partie inférieure du corps si la veine cave inférieure est obstruée.

Les principales veines du système azygos sont :

- la veine azygos, à droite ;
- la veine hémiazygos et la veine hémiazygos accessoire à gauche.



Il existe d'importantes variations anatomiques en ce qui concerne l'origine, le trajet, les collatérales, les anastomoses et la terminaison de ces vaisseaux.

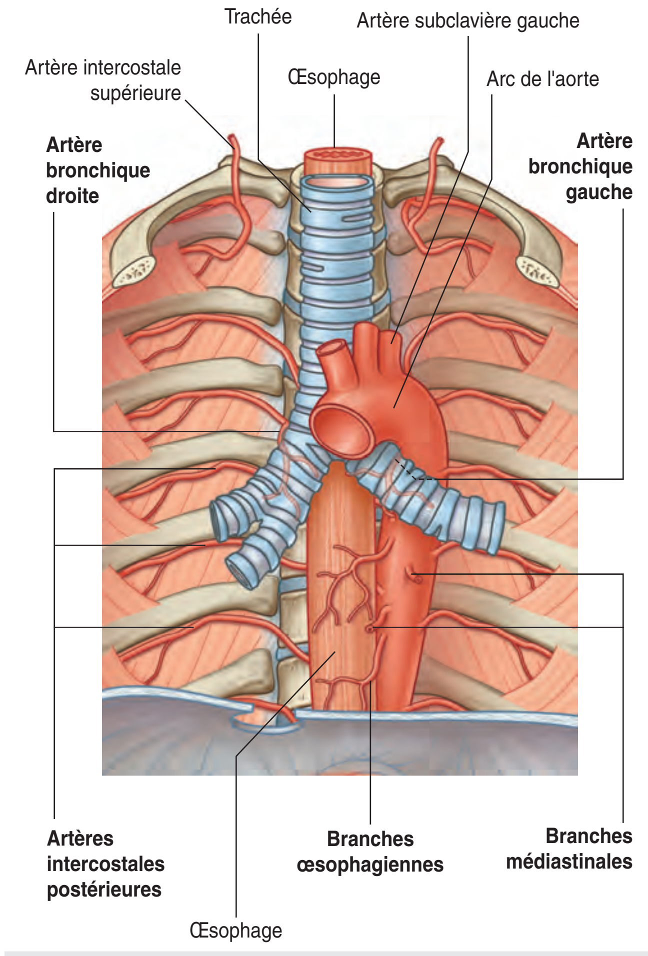


Figure 3.101 L'aorte thoracique et ses branches.

Veine azygos

La veine azygos naît en regard de la vertèbre LI ou LII, de la jonction entre la veine lombale ascendante droite et la veine subcostale droite (fig. 3.102). Elle peut également naître d'une branche directement issue de la veine cave inférieure s'anastomosant avec un tronc commun formé par la réunion de la veine lombale ascendante droite et de la veine subcostale droite.

La veine azygos pénètre le thorax par le hiatus aortique du diaphragme, à travers ou en arrière du pilier droit du diaphragme. Elle chemine ensuite vers le haut au sein du médiastin postérieur, habituellement à droite du conduit thoracique. Approximativement à la hauteur de la vertèbre TIV, elle se courbe vers l'avant, au-dessus du hile pulmonaire droit, pour rejoindre la veine cave supérieure avant que celle-ci pénètre le sac péricardique.

La veine azygos reçoit plusieurs collatérales :

- la **veine intercostale supérieure droite** (vaisseau unique formé par la réunion des deuxième, troisième et quatrième veines intercostales) ;
- les veines intercostales postérieures droites (5 à 11) ;
- la veine hémiazygos ;
- la veine hémiazygos accessoire ;
- des veines œsophagiennes ;
- des veines médiastinales ;
- des veines péricardiques ;
- les veines bronchiques droites.

Veine hémiazygos

La veine hémiazygos (veine hémiazygos inférieure) naît habituellement de la réunion entre la veine lombale ascendante gauche et la veine subcostale gauche (fig. 3.102). Elle peut également naître directement de l'une ou l'autre de ces deux veines, et présente souvent une connexion avec la veine rénale gauche.

Tableau 3.3 Branches de l'aorte thoracique.

Branches	Origine et trajet
Branches péricardiques	Quelques petits vaisseaux à la face postérieure du sac péricardique
Branches bronchiques	Variables en nombre, taille et origine – en général, deux artères bronchiques gauches nées de l'aorte thoracique et une artère bronchique droite née de la troisième artère intercostale postérieure ou de l'artère bronchique supérieure gauche
Branches œsophagiennes	Quatre à cinq vaisseaux nés de la face antérieure de l'aorte thoracique, formant un réseau anastomotique continu – ces anastomoses concernent les branches œsophagiennes de l'artère thyroïdienne inférieure en haut, et les branches œsophagiennes des artères phrénique inférieure gauche et gastrique gauche, en bas
Branches médiastinales	Plusieurs petites branches vascularisant les nœuds lymphatiques, les vaisseaux, les nerfs et les tissus du médiastin postérieur
Artères intercostales postérieures	Généralement, neuf paires de vaisseaux issus de la face postérieure de l'aorte thoracique – vascularisant habituellement les neufs derniers espaces intercostaux (les deux premiers espaces sont vascularisés par l'artère intercostale suprême, branche du tronc costocervical)
Artères phréniques supérieures	Petits vaisseaux nés de la portion inférieure de l'aorte thoracique, vascularisant la partie postérieure de la face supérieure du diaphragme – ils s'anastomosent avec les artères musculophréniques et péricardophréniques
Artères subcostales	Paire de vaisseaux les plus inférieurs issus de l'aorte thoracique, situés sous les 12[es] côtes

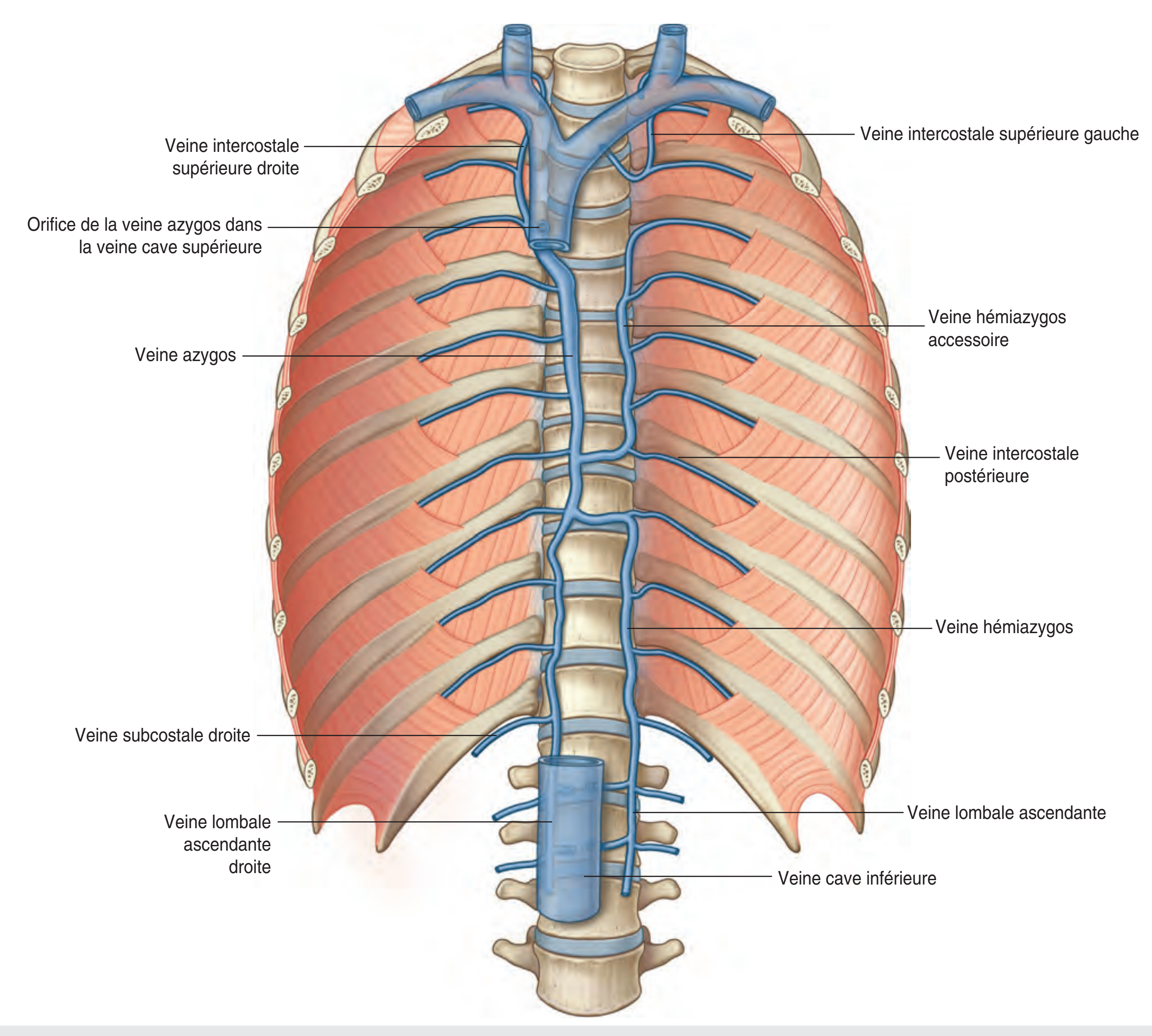


Figure 3.102 Système veineux azygos.

La veine hémiazygos pénètre dans le thorax en général au niveau du pilier gauche du diaphragme, mais quelquefois par le hiatus aortique. Elle chemine ensuite vers le haut au sein du médiastin postérieur, à gauche de la ligne médiane, jusqu'au niveau vertébral TIX. À ce niveau, elle croise la face antérieure de la colonne vertébrale, en arrière de l'aorte thoracique, de l'œsophage et du conduit thoracique pour rejoindre la veine azygos.

La veine hémiazygos reçoit plusieurs collatérales :

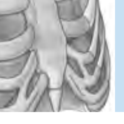
- les quatre ou cinq dernières veines intercostales postérieures ;
- des veines œsophagiennes ;
- des veines médiastinales.

Veine hémiazygos accessoire

La **veine hémiazygos accessoire** (**veine hémiazygos supérieure**) descend à gauche, de la partie supérieure du médiastin postérieur jusqu'au niveau vertébral TVIII (fig. 3.102). À ce niveau, elle croise la face antérieure de la colonne vertébrale pour rejoindre la veine azygos, ou se termine dans la veine hémiazygos, ou présente des connexions avec ces deux veines. En général, elle s'anastomose en haut avec la **veine intercostale supérieure gauche**.

Les vaisseaux qui se drainent dans la veine hémiazygos accessoire sont :

- les veines intercostales postérieures gauches (4 à 8) ;
- quelquefois, les veines bronchiques gauches.



Conduit thoracique dans le médiastin postérieur

Le conduit thoracique est la principale voie par laquelle la lymphe de la majorité de l'organisme est acheminée vers le système veineux. Il naît de la confluence de plusieurs troncs lymphatiques dans l'abdomen, formant parfois une dilatation sacculaire appelée **citerne du chyle**, et draine les viscères et la paroi de l'abdomen, le pelvis, le périnée et les membres inférieurs.

Le conduit thoracique s'étend de la vertèbre LII à la racine du cou.

Après avoir pénétré le thorax en arrière de l'aorte par le hiatus aortique, le conduit thoracique chemine vers le haut au sein du médiastin postérieur, à droite de la ligne médiane, entre l'aorte thoracique à gauche, et la veine azygos à droite (fig. 3.103). Il se situe en arrière du diaphragme et de l'œsophage, et en avant des corps vertébraux.

Au niveau vertébral TV, le conduit thoracique croise la ligne médiane et pénètre dans le médiastin supérieur. Il se poursuit dans le médiastin supérieur puis dans le cou.

Il reçoit alors, dans la plupart des cas, le **tronc jugulaire gauche**, qui draine la partie gauche de la tête et du cou, et le **tronc subclavier gauche**, qui draine le membre supérieur gauche, puis se jette dans le confluent entre les veines subclavière et jugulaire interne gauches.

Le conduit thoracique reçoit en général :

- la confluence des troncs lymphatiques de l'abdomen ;

Figure 3.103 Conduit thoracique.

- les troncs lymphatiques thoraciques descendants, qui drainent les six ou sept derniers espaces intercostaux, de chaque côté ;
- les troncs lymphatiques intercostaux supérieurs, qui drainent les cinq ou six espaces intercostaux supérieurs gauches ;
- les canalicules des nœuds lymphatiques médiastinaux postérieurs ;
- les canalicules des nœuds diaphragmatiques postérieurs.

Troncs sympathiques

Les **troncs sympathiques** sont des éléments importants du contingent sympathique de la partie autonome du système nerveux périphérique ; lorsqu'ils traversent le thorax, ils cheminent habituellement dans le médiastin postérieur.

Cette portion des troncs sympathiques constitue deux cordons parallèles ponctués par la présence de 11 ou 12 **ganglions** (fig. 3.104). Ces ganglions sont connectés aux nerfs spinaux thoraciques adjacents par des **rameaux communicants blancs** et **gris**, et sont numérotés selon le nerf spinal thoracique auquel ils sont associés.

Dans la partie supérieure du médiastin postérieur, les sympathiques sont situés en avant du col des côtes. Plus bas, ils prennent une position plus médiale et se placent à la face latérale des corps vertébraux. Les troncs sympathiques quittent le thorax en passant en arrière du diaphragme, sous le ligament arqué médial ou à travers les piliers diaphragmatiques. Sur leur trajet, les troncs sympathiques sont recouverts par la plèvre pariétale.

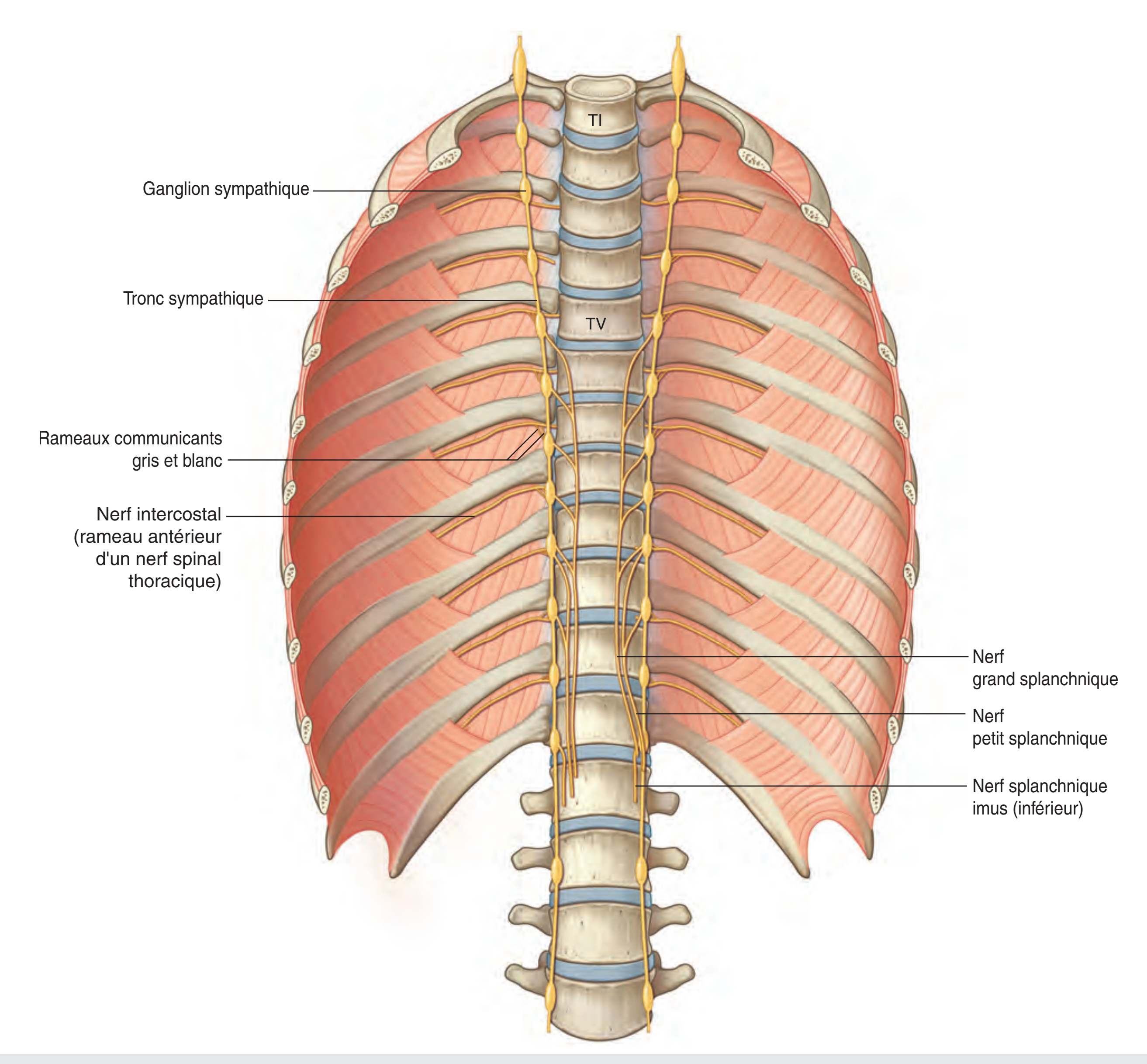


Figure 3.104 Portion thoracique des troncs sympathiques.

Divisions ganglionnaires

Les ganglions donnent deux types de rameaux médiaux :

- le premier type comprend les rameaux issus des cinq ganglions supérieurs ;
- le second comprend les rameaux issus des sept ganglions inférieurs.

Le premier type, qui comprend les rameaux des cinq ganglions supérieurs, compte principalement des fibres sympathiques postganglionnaires, qui innervent différents viscères thoraciques. Ces rameaux sont relativement petits et contiennent également des fibres viscérales afférentes.

Le second type, qui comprend les rameaux des sept ganglions inférieurs, compte principalement des fibres sympathiques préganglionnaires, qui innervent différents viscères abdominaux et pelviens. Ces rameaux sont grands et contiennent également des fibres viscérales afférentes. Ils forment les trois nerfs splanchniques appelés nerfs grand splanchnique, petit splanchnique et splanchnique inférieur (fig. 3.104) :

- le **nerf grand splanchnique** naît habituellement de chaque côté des 5e au 9e ou 10e ganglions thoraciques. Il descend sur les corps vertébraux en prenant une direction médiane, pénètre dans l'abdomen à travers les piliers du diaphragme et se termine au niveau du ganglion cœliaque ;
- le **nerf petit splanchnique** naît habituellement des 9e et 10e, ou 10e et 11e ganglions thoraciques. Il descend sur les corps vertébraux, prenant une direction médiane, et pénètre dans l'abdomen à travers les piliers du diaphragme pour se terminer au niveau du ganglion aortorénal ;
- le **nerf splanchnique imus (inférieur)** naît habituellement du 12e ganglion thoracique. Il descend et pénètre dans l'abdomen à travers les piliers du diaphragme pour se terminer au niveau du plexus rénal.

Anatomie de surface

Anatomie de surface du thorax

La capacité de visualiser comment les différentes structures anatomiques entrent en rapport avec les éléments de surface est fondamentale pour réaliser un examen physique satisfaisant. Des repères à la surface du corps peuvent être utilisés pour localiser les structures profondes, pour l'auscultation et la percussion.

Compter les côtes

Savoir numéroter les côtes est important, car les différentes côtes sont des repères palpables pour situer les structures profondes. Pour déterminer le numéro de chaque côte, il faut d'abord palper l'**incisure jugulaire** au bord supérieur du manubrium sternal. Plus bas, on perçoit un relief. Ce relief est l'**angle sternal**, qui correspond à l'articulation entre le manubrium et le corps du sternum. Le cartilage costal de la 2e côte s'articule avec le sternum à ce niveau. On peut ainsi identifier la 2e côte. On compte ensuite les côtes, en poursuivant la palpation en bas et en dehors (fig. 3.105).

Anatomie de surface des seins chez la femme

Bien que les seins puissent varier en taille, ils sont normalement situés sur la paroi thoracique entre les 2e et 6e côtes et reposent sur le muscle grand pectoral. Chaque glande mammaire s'étend en haut et en dehors au niveau du bord inférieur du muscle grand pectoral et pénètre dans l'aisselle (fig. 3.106). Cette portion de la glande s'appelle la queue axillaire ou le prolongement axillaire. La position du mamelon et de l'aréole sur la paroi thoracique dépend de la taille des seins.

Situation des structures du niveau vertébral TIV–V

Le niveau vertébral TIV–TV est un plan transversal qui passe par l'angle sternal sur la paroi thoracique antérieure, et par le disque intervertébral entre les vertèbres TIV et TV en arrière. Ce plan peut être facilement localisé, car l'articulation entre le manubrium et le corps du sternum forme un relief osseux distinct que l'on peut palper. Au niveau vertébral TIV–TV (fig. 3.107), se trouvent :

- l'articulation entre le cartilage costal de la 2e côte et le sternum ;
- la limite entre le médiastin supérieur et le médiastin inférieur ;
- la terminaison de l'aorte ascendante et le début de l'arc de l'aorte ;
- la terminaison de l'arc de l'aorte et le début de l'aorte thoracique descendante ;
- la bifurcation de la trachée.

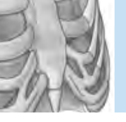
Projection des structures du médiastin supérieur

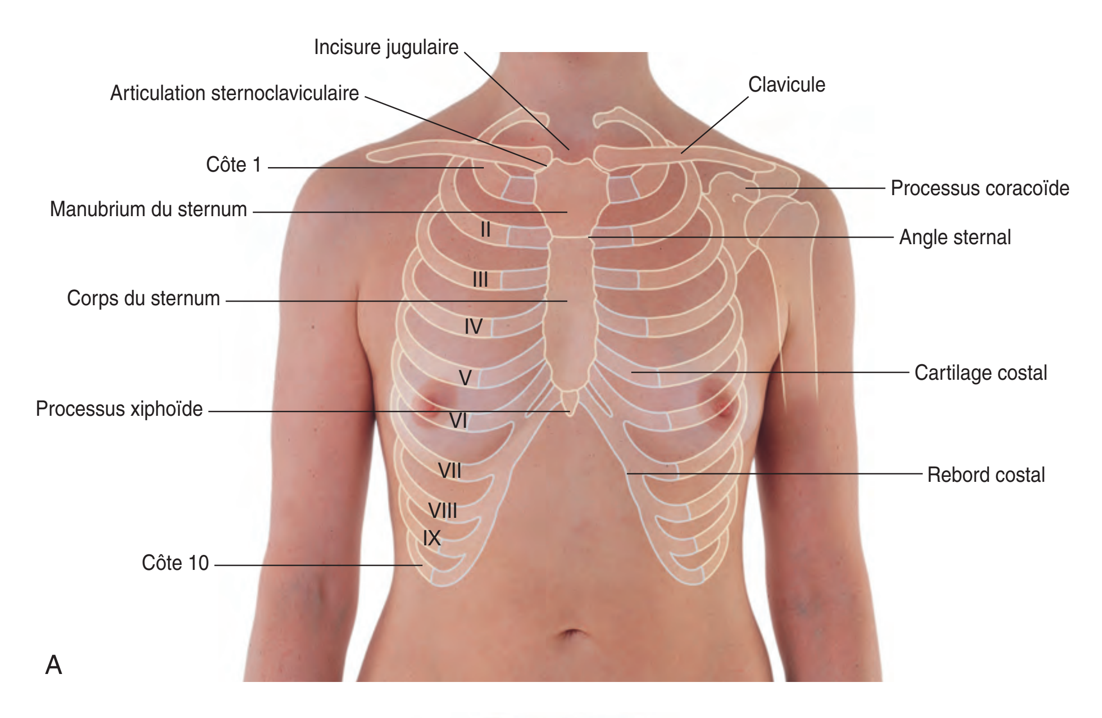
Les différentes structures du médiastin supérieur chez l'adulte peuvent être situées par rapport aux repères squelettiques qui peuvent être palpés à travers la peau (fig. 3.108).

- De chaque côté, les veines jugulaire interne et subclavière se rejoignent pour former les veines brachiocéphaliques en arrière des extrémités sternales des clavicules, près des articulations sternoclaviculaires.
- La veine brachiocéphalique gauche croise la face postérieure du manubrium sternal de la gauche vers la droite.
- Les veines brachiocéphaliques s'unissent pour former la veine cave supérieure en arrière du bord inférieur du cartilage costal de la 1re côte droite.
- L'arc de l'aorte débute et se termine au niveau du plan transversal passant par l'angle sternal en avant et le niveau vertébral TIV–TV en arrière. Il peut se poursuivre vers le haut jusqu'à atteindre le milieu du manubrium sternal.

Projection des limites du cœur

Des points de repère cutanés peuvent être palpés pour situer les limites du cœur (fig. 3.109).





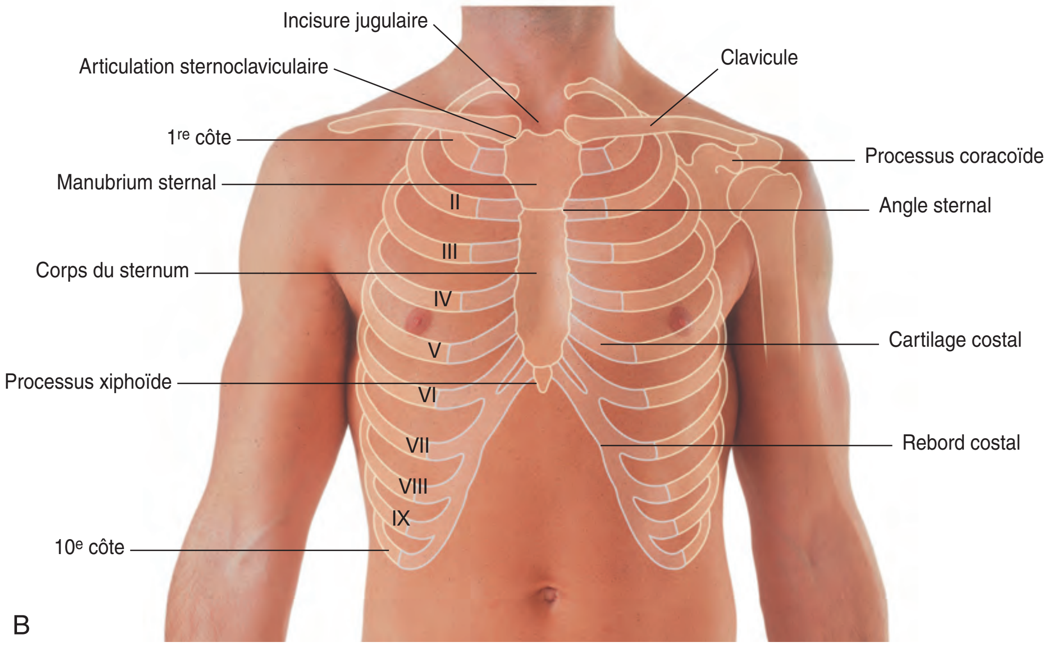


Figure 3.105 Vue antérieure de la paroi thoracique montrant la situation des structures squelettiques. **A.** Chez la femme. La situation du mamelon par rapport aux espaces intercostaux dépend de la taille des seins, qui peuvent être, de plus, asymétriques. **B.** Chez l'homme. Noter la situation du mamelon à la hauteur du quatrième espace intercostal.

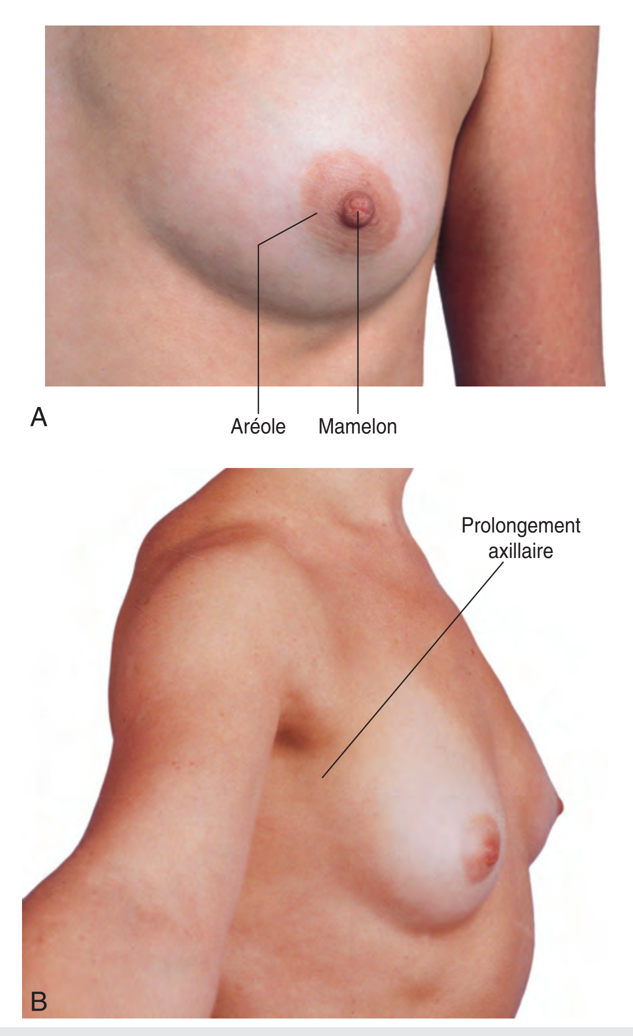


Figure 3.106 **A.** Gros plan sur le mamelon et l'aréole mammaire. **B.** Vue latérale de la paroi thoracique chez une femme montrant le prolongement axillaire du sein.

- Le bord supérieur du cœur s'étend vers le haut jusqu'au troisième cartilage costal sur le bord droit du sternum, et au deuxième espace intercostal sur le bord gauche du sternum.
- Le bord droit du cœur s'étend du troisième au sixième cartilage costal droit.
- Le bord gauche du cœur descend latéralement du deuxième espace intercostal à l'apex cardiaque, localisé sur la ligne médioclaviculaire au niveau du cinquième espace intercostal.
- Le bord inférieur du cœur s'étend de l'extrémité sternale du sixième cartilage costal à l'apex du cœur, situé au niveau du cinquième espace intercostal, sur la ligne médioclaviculaire.

Où ausculter les bruits du cœur ?

Pour écouter les bruits des valves cardiaques, le stéthoscope est positionné en aval du passage du sang à travers les valves (fig. 3.110).

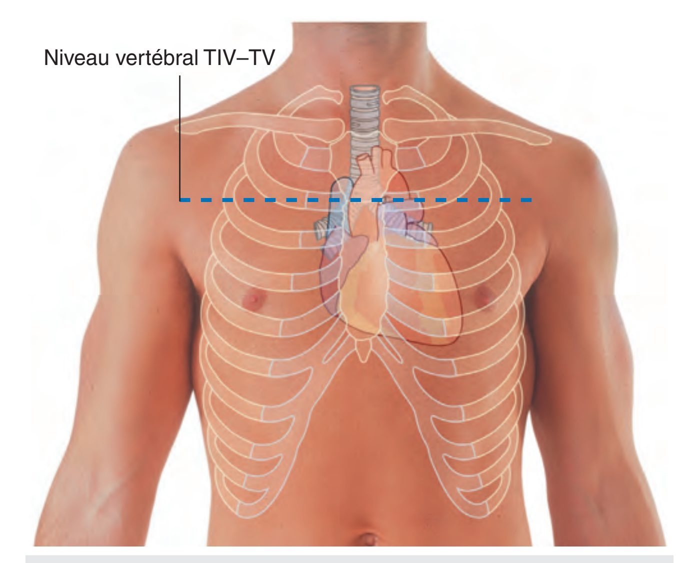


Figure 3.107 Vue antérieure de la paroi thoracique d'un homme montrant la localisation des différentes structures du niveau vertébral TIV–TV.

- La valve tricuspide est entendue juste à gauche de la partie inférieure du sternum près du cinquième espace intercostal.
- La valve mitrale est entendue en regard de l'apex cardiaque, au niveau du cinquième espace intercostal sur la ligne médioclaviculaire.
- La valve pulmonaire est entendue en regard de l'extrémité médiale du deuxième espace intercostal gauche.
- La valve aortique est entendue en regard de l'extrémité médiale du deuxième espace intercostal droit.

Projection des cavités pleurales et des poumons, des récessus pleuraux, des lobes pulmonaires et des scissures

Des points de repère cutanés peuvent être utilisés pour localiser les limites normales des cavités pleurales et des poumons, et pour déterminer les positions des lobes pulmonaires et des scissures.

En haut, la cavité pleurale se projette au-dessus du premier cartilage costal. En avant, la plèvre costale recouvre la moitié postérieure de la partie supérieure du sternum. En arrière de la partie inférieure du sternum, la plèvre pariétale gauche ne se rapproche pas autant de la ligne médiane que du côté droit en raison du bombement du cœur du côté gauche (fig. 3.111A).

En bas, la plèvre se réfléchit sur le diaphragme au-dessus du rebord costal et regagne la paroi thoracique le long des 8e, 10e et 12e côtes (plus précisément, en regard de la 8e côte sur la ligne médioclaviculaire, de la 10e côte sur la ligne axillaire moyenne, et de la vertèbre TXII en arrière).

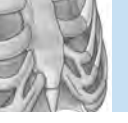


Figure 3.108 Vue antérieure de la paroi thoracique d'un homme montrant la localisation des différentes structures du médiastin supérieur par rapport au squelette.

Les poumons n'emplissent pas complètement le volume des cavités pleurales, particulièrement en avant et en bas.

- Les récessus costomédiastinaux se prolongent en avant, particulièrement sur la gauche, en rapport avec le bombement cardiaque.
- Les récessus costodiaphragmatiques se prolongent en bas, entre le bord inférieur du poumon et le bord inférieur de la cavité pleurale.

Lors d'une respiration calme, le bord inférieur du poumon se situe sur la paroi thoracique le long des 6e, 8e et 10e côtes (plus précisément, en regard de la 6e côte sur la ligne médio-claviculaire, de la 8e côte sur la ligne axillaire moyenne, et de la vertèbre TX en arrière).

Sur une vue postérieure, de chaque côté, la scissure oblique est située sur la ligne médiane près de l'épine de la vertèbre TIV (fig. 3.111B et fig. 3.112A). Elle se dirige en dehors et en bas, croise les quatrième et cinquième espaces intercostaux et gagne la 6e côte latéralement.

Sur une vue antérieure, la scissure horizontale du poumon droit suit le trajet de la 4e côte et de son cartilage costal, et, de chaque côté, les scissures obliques suivent le trajet de la 6e côte et de son cartilage costal (fig. 3.112B).

Où ausculter les bruits pulmonaires ?

Les différents sites pour écouter les bruits pulmonaires sont décrits sur la figure 3.113.

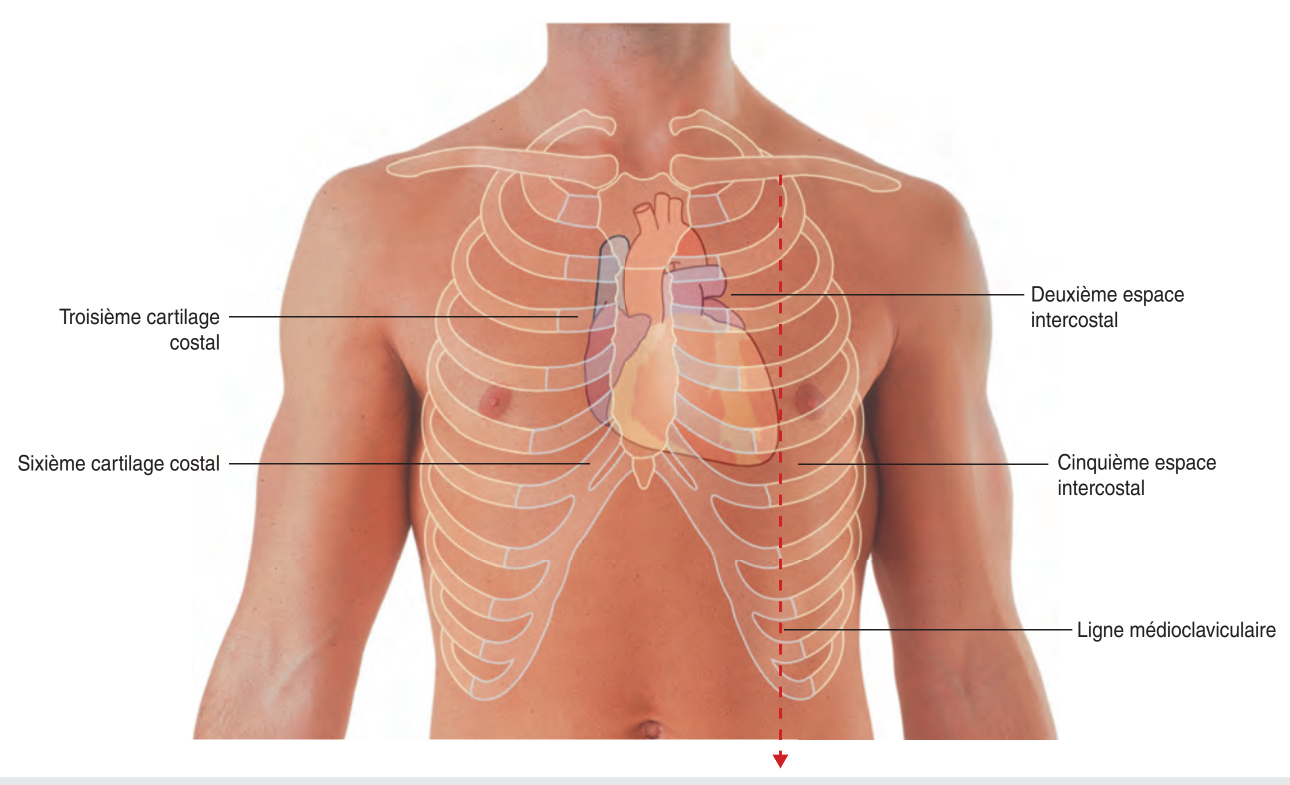


Figure 3.109 Vue antérieure de la paroi thoracique d'un homme montrant les structures squelettiques et la surface de projection du cœur.

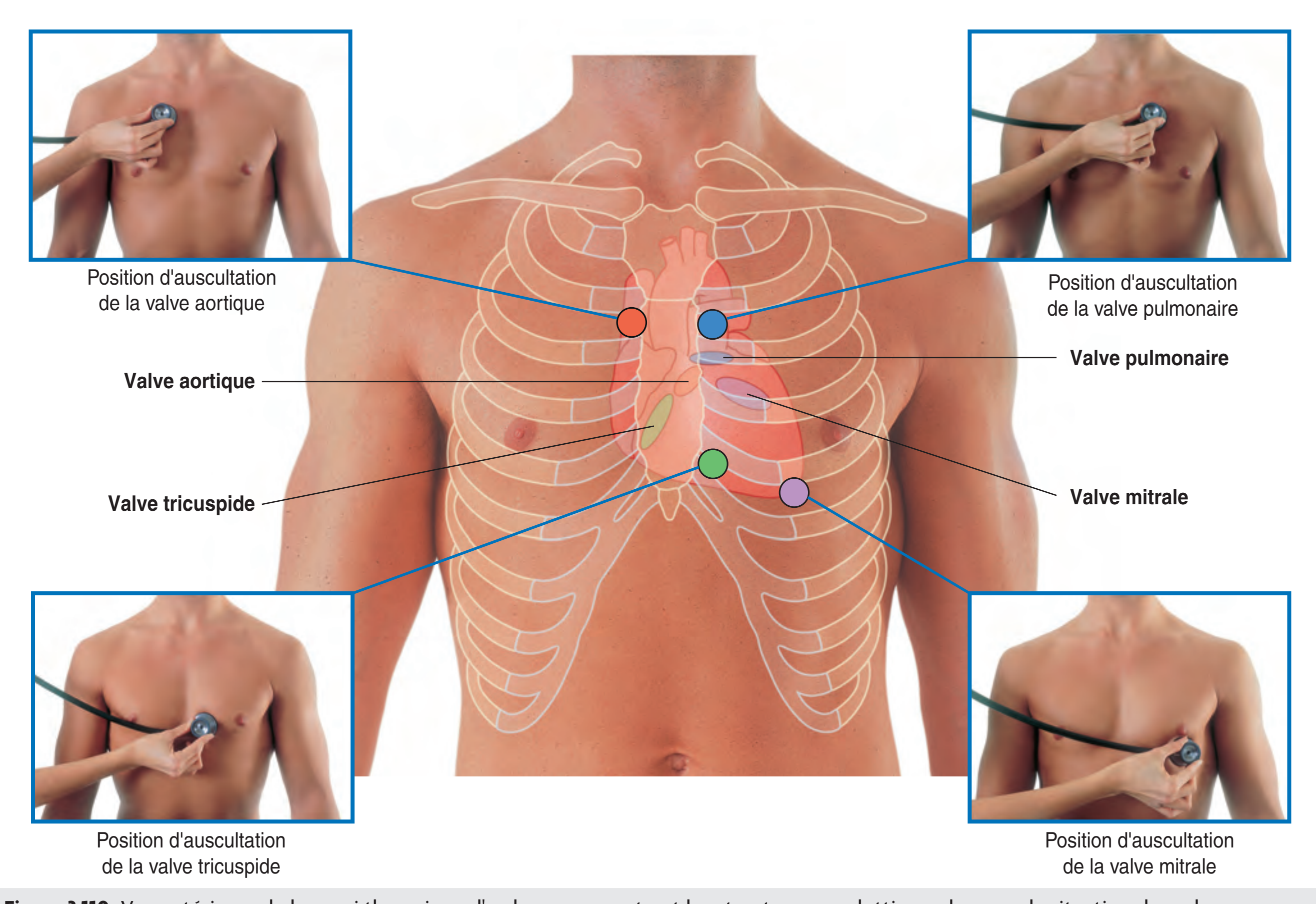
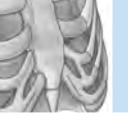
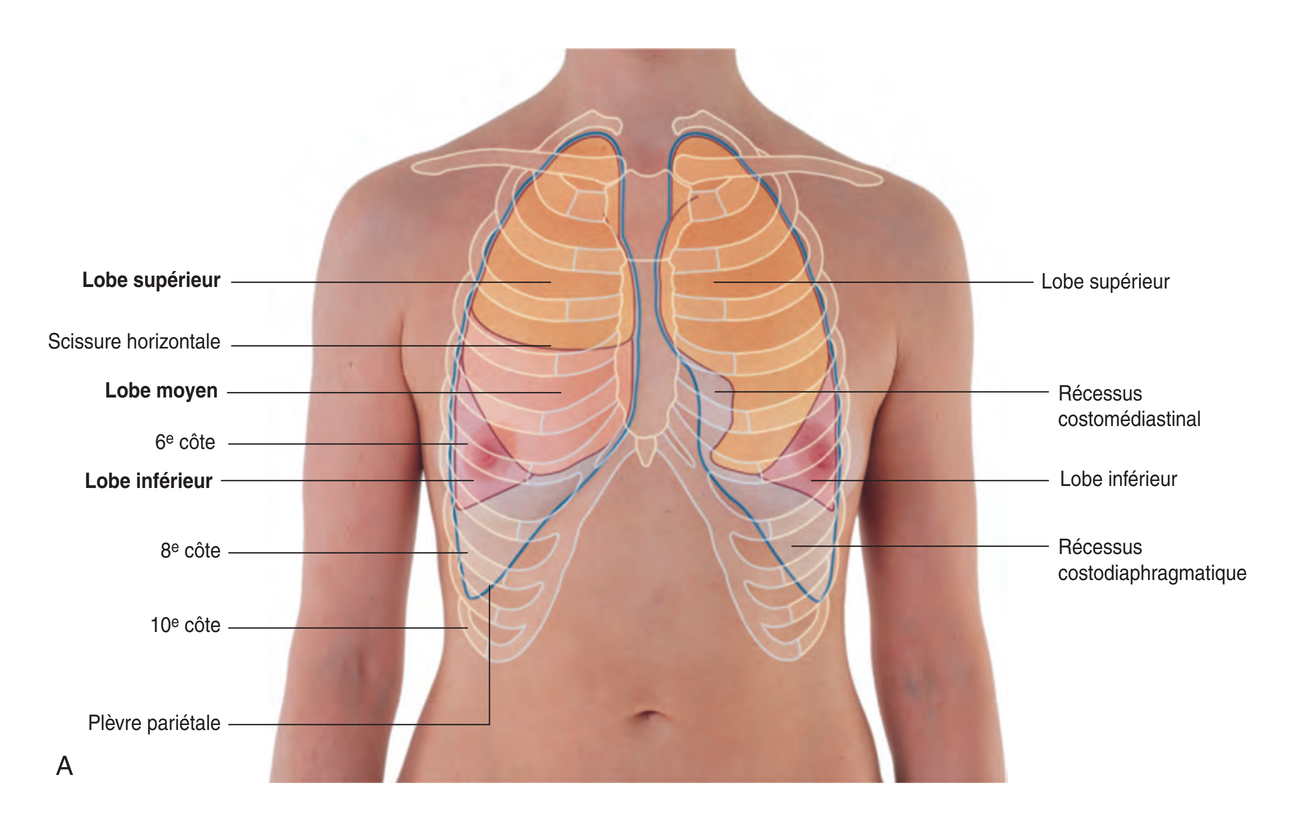


Figure 3.110 Vue antérieure de la paroi thoracique d'un homme, montrant les structures squelettiques, le cœur, la situation des valves cardiaques et les sites d'auscultation.





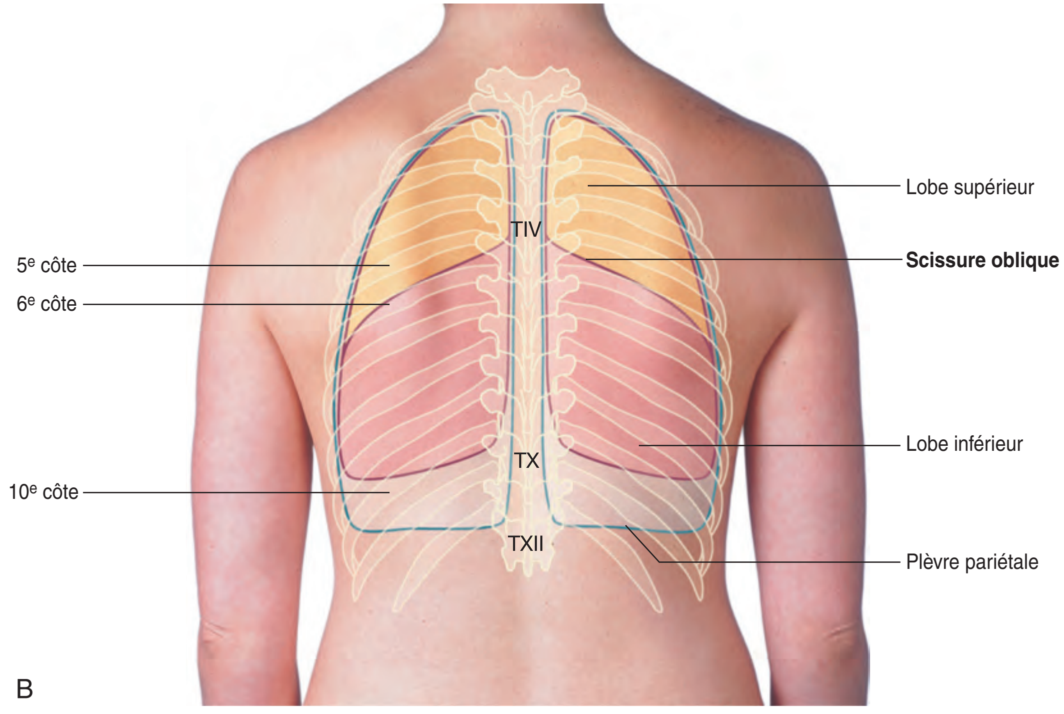


Figure 3.111 Vues de la paroi thoracique montrant les surfaces de projection des lobes et des scissures pulmonaires. **A.** Vue antérieure chez une femme. À droite, les lobes supérieur, moyen et inférieur sont représentés. À gauche, les lobes supérieur et inférieur sont représentés. **B.** Vue postérieure chez une femme. De chaque côté, les lobes supérieur et inférieur sont représentés. Le lobe moyen du poumon droit n'est pas visible sur cette vue.

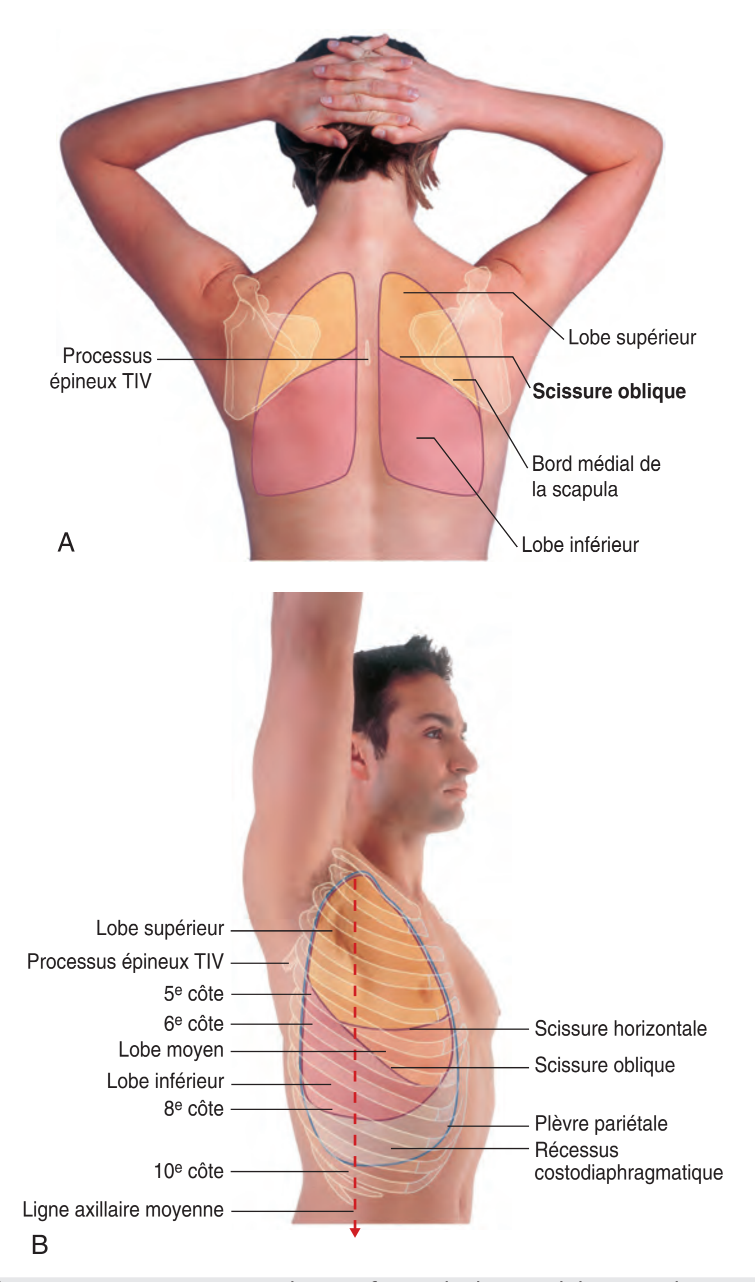


Figure 3.112 Vues de la paroi thoracique. **A.** Vue postérieure chez une femme, les bras en abduction et les mains derrière la tête. De chaque côté, les lobes supérieur et inférieur des poumons sont représentés. Lorsque la scapula est positionnée ainsi, son bord médial est parallèle à la scissure oblique et peut être utilisé pour déterminer les surfaces de projection des lobes supérieur et inférieur des poumons. **B.** Vue latérale chez un homme, bras droit en abduction. Les lobes supérieur, moyen et inférieur du poumon droit sont représentés. La scissure oblique débute en arrière au niveau de l'épine de la vertèbre TIV, puis se dirige vers le bas, croisant la 4e côte, le quatrième espace intercostal et la 5e côte. Elle croise le cinquième espace intercostal au niveau de la ligne axillaire moyenne et se poursuit en avant, le long de la 6e côte. La scissure horizontale croise la 5e côte au niveau de la ligne axillaire moyenne et se poursuit en avant ; elle croise alors le quatrième espace intercostal puis suit le trajet de la 4e côte et de son cartilage costal jusqu'au sternum.

Apex du poumon droit

Lobe supérieur du poumon droit

I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X

Lobe moyen du poumon droit

Lobe inférieur du poumon droit

A

Apex du poumon gauche

I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII

Lobe supérieur du poumon gauche

Lobe inférieur du poumon gauche

B

Figure 3.113 Vues de la paroi thoracique chez un homme montrant les sites d'auscultation des bruits des lobes pulmonaires. **A.** Vues antérieures. **B.** Vues postérieures.

Cas cliniques

Cas 1

INFARCTUS DU MYOCARDE

Un homme de 65 ans est admis aux urgences pour une importante douleur thoracique irradiant vers le cou et surtout le bras gauche. Ce patient présente une obésité et une intoxication tabagique importante.

À l'examen, le patient est gris et couvert de sueur. Sa pression artérielle est de 74/40 mmHg (normale à 120/80 mmHg). Un électrocardiogramme (ECG) est réalisé et met en évidence un infarctus du myocarde antérieur. Une échographie, faite en urgence, montre une altération importante de la fonction ventriculaire gauche. La coronarographie révèle l'obstruction complète d'un vaisseau (fig. 3.114A,B). Une autre technique d'évaluation des artères coronaires des patients est de réaliser une image en projection d'intensité maximale (maximum intensity projection [MIP]) par études tomodensitométriques (fig. 3.115A,B).

Ce patient bénéficie d'un pontage coronarien en urgence et se rétablit rapidement. Il a maintenant perdu du poids, arrêté de fumer et pratique de l'exercice régulièrement.

Lorsque les cellules cardiaques meurent au cours d'un infarctus du myocarde, les fibres de la douleur (afférences viscérales) sont stimulées. Ces fibres viscérales sensitives suivent le trajet des fibres sympathiques qui innervent le cœur, et pénètrent dans la moelle spinale entre les niveaux T1 et T4. À ce niveau, les fibres somatiques afférentes des nerfs spinaux T1 à T4 pénètrent également dans la moelle spinale via les racines postérieures. Ces deux types de fibres afférentes font synapse avec des interneurones, qui font ensuite synapse avec un deuxième neurone dont les fibres montent au sein de la moelle jusqu'aux aires somatosensitives du cerveau représentant les niveaux T1 à T4. Le cerveau n'est pas capable de distinguer clairement les informations viscérales sensitives des informations somatiques sensitives. La douleur est interprétée comme provenant des régions somatiques plutôt que des viscères (ici le cœur ; fig. 3.114C).

Le patient est essoufflé en raison de sa défaillance ventriculaire gauche.

La défaillance du ventricule gauche produit deux effets :

- *la force de contraction est diminuée ; cela réduit la pression d'éjection du sang et diminue la pression sanguine ;*
- *l'atrium gauche doit travailler plus pour remplir le ventricule gauche déficient. Ce travail supplémentaire augmente la pression de l'atrium gauche, provoquant une augmentation de la pression dans les veines*

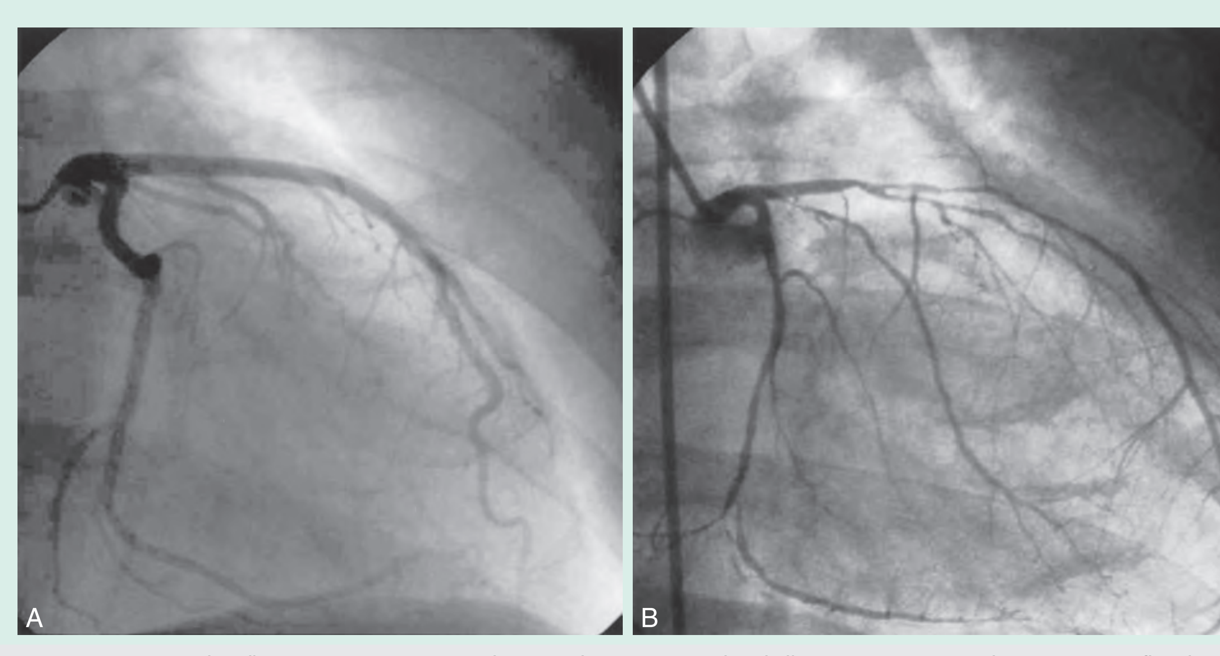
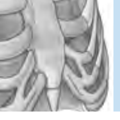
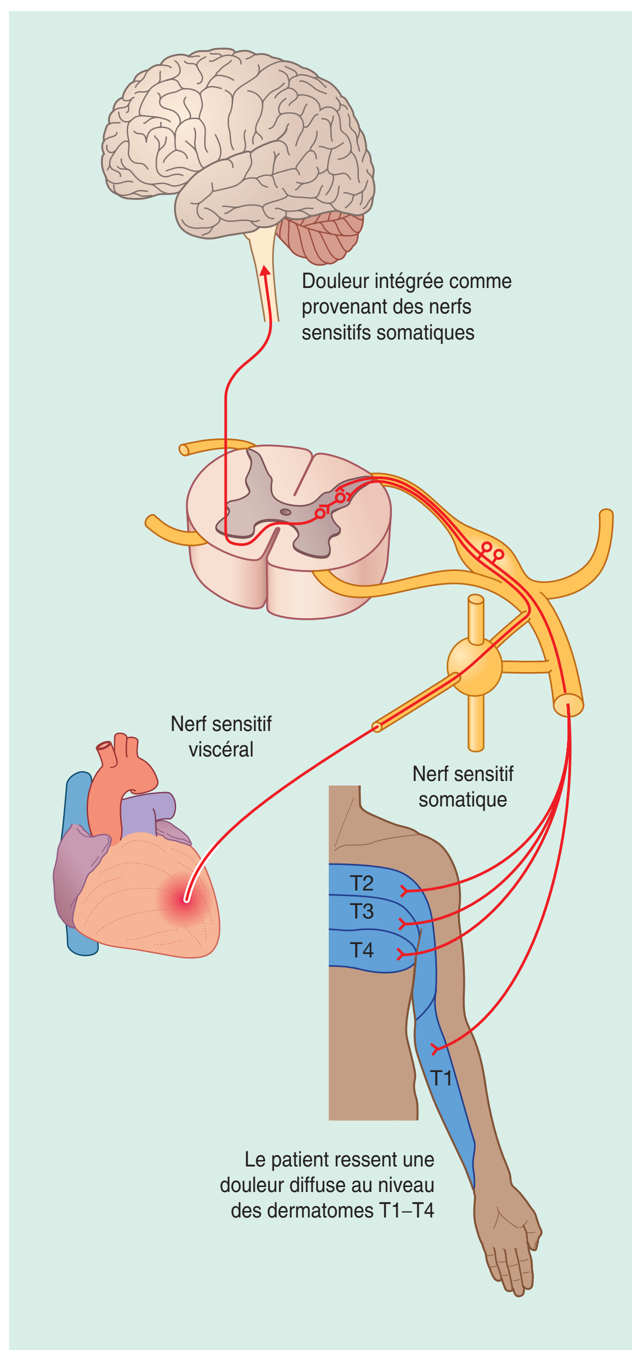


Figure 3.114 **A.** Angiographie d'une artère coronaire gauche normale. **B.** Angiographie de l'artère coronaire gauche montrant un flux diminué par des sténoses. C. Mécanisme de perception des douleurs au niveau des dermatomes T1-T4.





pulmonaires, ce qui entraîne par la suite une augmentation de la pression dans les veinules pulmonaires. Cette augmentation de pression provoque une fuite de liquide des capillaires vers l'interstitium pulmonaire puis dans les alvéoles. Ce liquide est appelé œdème pulmonaire et limite assurément les échanges gazeux. Cela se traduit par une dyspnée.

Cet homme a l'artère coronaire gauche bouchée, comme on le voit sur la figure 3.114B.

Il est important de savoir quelle artère coronaire est bouchée.

- *L'artère coronaire gauche vascularise la majorité de la partie gauche du cœur. Le tronc commun de la coronaire gauche mesure environ 2 cm de long, puis se divise en artère circonflexe, qui chemine entre l'atrium et le ventricule au sein du sillon coronaire, et en artère interventriculaire antérieure, parfois nommée artère descendante antérieure gauche.*
- *Lorsque l'artère coronaire droite est atteinte d'une pathologie artérielle et qu'elle s'obstrue, différents troubles du rythme cardiaque peuvent survenir, car la vascularisation des nœuds sinusal et atrioventriculaire est essentiellement assurée par l'artère coronaire droite.*

Quand ce patient s'est présenté, sa fonction myocardique a été explorée par un ECG, une échocardiographie et une angiographie.

Lors de l'examen initial d'un patient, le médecin évalue sa fonction myocardique.

Après avoir collecté les différents éléments de l'anamnèse et réalisé un examen clinique, les différents diagnostics différentiels de dysfonctionnement cardiaque sont envisagés. L'évaluation des fonctions myocardique et valvulaire est effectuée grâce à différents examens complémentaires.

- *L'**électrocardiogramme** (ECG) est une série de tracés électriques enregistrés selon les axes court et long du cœur. Il révèle les troubles du rythme et de conduction cardiaques. De plus, il évalue les fonctions des parties droite et gauche du cœur, et peut mettre en évidence les points de dysfonctionnement. Des modifications spécifiques de l'ECG désignent les zones du cœur qui ont été touchées lors d'un infarctus myocardique. Par exemple, l'occlusion de l'artère coronaire droite provoque un infarctus dans la zone myocardique qu'elle vascularise, correspondant essentiellement à la face inférieure du cœur ; cet infarctus est ainsi nommé infarctus myocardique inférieur. Des modifications ECG sont présentes dans les dérivations qui correspondent à la face inférieure du cœur (ici, les dérivations II, III et aVF).*
- *La **radiographie de thorax** va montrer la taille du cœur et l'éventuel élargissement des cavités cardiaques. L'observation attentive des poumons pourra mettre en évidence un excès de liquide (œdème pulmonaire), qui se forme lors des défaillances du ventricule gauche et qui peut entraîner une insuffisance respiratoire importante conduisant au décès si elle n'est pas rapidement traitée.*
- *Les **examens biologiques** – le cœur sécrète des enzymes lors des infarctus myocardiques, appelées lactate déshydrogénase (LDH), créatine kinase (CK) et aspartate transaminase (ASAT). Ces enzymes plasmatiques sont facilement dosées dans les laboratoires hospitaliers et sont utiles pour déterminer le diagnostic à un stade précoce. D'autres enzymes spécifiques appelées iso-enzymes peuvent également*

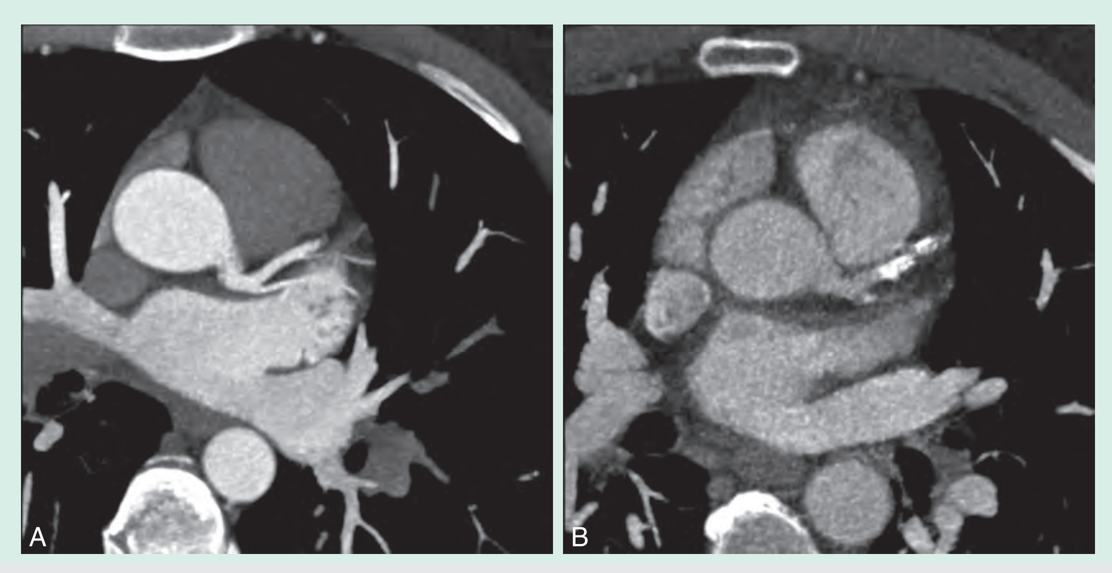
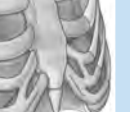


Figure 3.115 Projection axiale en intensité maximum (MIP) coupe tomodensitométrique du cœur. **A.** Artère interventriculaire antérieure (descendante antérieure gauche) normale. **B.** Artère interventriculaire antérieure (descendante antérieure gauche) sténosée (calcifiée).

être dosées (créatine kinase iso-enzyme MB [CKMB]). De nouveaux dosages comportent l'exploration de la troponine (élément spécifique du myocarde), qui est sécrétée lorsque les cellules cardiaques souffrent durant l'infarctus du myocarde.

- *L'**épreuve d'effort** – les patients sont reliés à un moniteur ECG et font de l'exercice physique sur un tapis roulant. Les zones d'ischémie, ou de débit cardiaque faible, peuvent être mises en évidence, localisant ainsi les anomalies vasculaires.*
- *La **médecine nucléaire** – le thallium (marqueur radio-isotope) et ses dérivés sont des analogues du potassium. Ils sont utilisés pour déterminer les zones d'ischémie coronaire. Si aucune zone myocardique n'est visualisée lorsque ces substances sont administrées à un patient, c'est que le myocarde est « mort ».*
- *L'**angiographie coronaire** – de petits cathéters artériels sont mis en place à partir d'un point de ponction sur l'artère fémorale, et montés à travers l'artère fémorale puis l'aorte jusqu'à l'origine des vaisseaux coronaires. Un produit de contraste radio-opaque est alors injecté pour mettre en évidence les vaisseaux coronaires et leurs principales branches. S'il existe un rétrécissement (sténose), une angioplastie pourra être pratiquée. De petits ballons d'angioplastie sont placés au niveau des zones de rétrécissement et sont gonflés pour remodeler le vaisseau et, ainsi, prévenir l'ischémie coronaire et la survenue d'infarctus du myocarde.*



Cas 2

EMBOLIE PULMONAIRE

Un homme de 53 ans est adressé aux urgences pour une douleur thoracique aiguë et une dyspnée évoluant depuis 5 heures. La veille, il est revenu de vacances sur un vol long courrier. Il était habituellement en bonne condition physique et pratiquait l'escalade en montagne. Il n'a pas d'antécédents médicaux particuliers.

À l'auscultation, ses poumons étaient asymptomatiques, il était tachypnéique à 24/min et sa saturation était diminuée à 92 % en air ambiant. Une embolie pulmonaire a été suspectée et le patient a été adressé pour une angiotomodensitométrie pulmonaire. L'étude des coupes a révélé des caillots dans les artères pulmonaires droite et gauche. Il n'y avait pas d'épanchement pleural, de collapsus pulmonaire, ni d'atélectasie.

Il a immédiatement débuté un traitement par énoxaparine sous-cutanée, convertie en anticoagulation orale après quelques jours. Le traitement complet a duré 6 mois puisque aucun autre facteur de risque n'était identifié (excepté l'immobilisation pendant le vol long courrier). Il n'a pas présenté de séquelles.

Les emboles proviennent du réseau veineux profond des membres inférieurs, et moins souvent des veines pelviennes, rénales ou superficielles des membres inférieurs. Ces éléments se détachent du thrombus principal dans les veines profondes et cheminent dans la circulation pulmonaire, où ils peuvent se bloquer dans le tronc pulmonaire et dans les artères pulmonaires, provoquant une embolie pulmonaire centrale massive, ou dans des branches lobaires, segmentaires ou sous-segmentaires, créant une embolie périphérique.

La gravité des symptômes dépend en partie de la taille du thrombus et de la partie affectée de l'arbre artériel pulmonaire. Les embolies pulmonaires massives peuvent conduire à une insuffisance hémodynamique et respiratoire sévère et au décès (par exemple un thrombus en selle dans le tronc pulmonaire et les deux artères pulmonaires).

Les facteurs de risque habituels comprennent l'immobilisation, la chirurgie, les traumatismes, les affections malignes, la grossesse, les contraceptifs oraux et des facteurs héréditaires.

Cas 3

CÔTE CERVICALE

Un jeune homme présente des lésions cutanées nécrotiques à l'extrémité des doigts de la main gauche. Le diagnostic clinique d'embolie fibrinocruorique est posé, et la cause de cette embolie recherchée.

L'embolie peut provenir de plusieurs sources. Elle correspond à des caillots et des fragments de tissus, en général des plaquettes sanguines, qui se détachent d'un site source, et qui sont transportés dans la circulation sanguine jusqu'à de petits vaisseaux, qu'ils peuvent obturer. Les embolies artérielles peuvent provenir du cœur ou des artères irriguant la région affectée.

Cette situation est connue sous le terme d'endocardite infectieuse. Dans le cas d'embolie septique, les bactéries se développent sur la valve cardiaque et sont détachées dans la circulation périphérique.

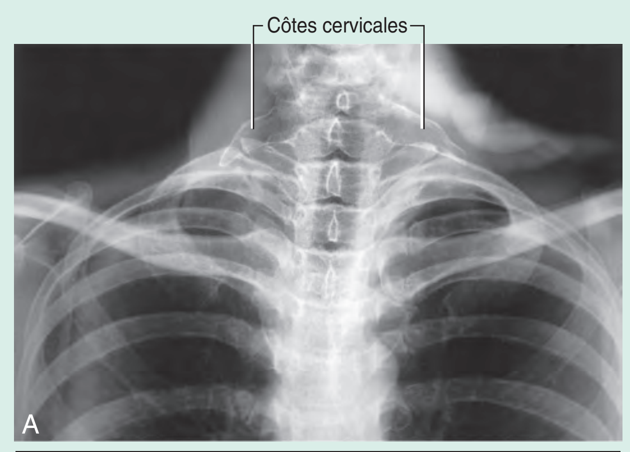
Une radiographie cervicale et une coupe coronale de scanner peuvent mettre en évidence une côte cervicale (e-fig. 3.116).

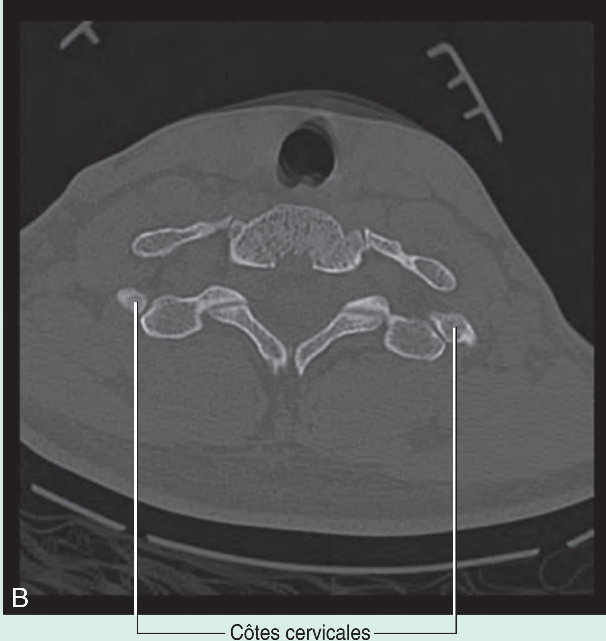
Les côtes cervicales peuvent entraîner trois types distincts de pathologies :

- *compression et embolisation artérielles – la côte comprime la portion distale de l'artère subclavière, et réduit le diamètre du vaisseau, créant des turbulences dans le flux sanguin. Des agrégats plaquettaires et de l'athérome peuvent se développer dans cette région. Ces débris peuvent se détacher dans les artères du membre supérieur et interrompre la circulation sanguine vers la main et les doigts. Cette affection est nommée embolie distale ;*
- *la tension sur le nerf T1, qui passe normalement sur la 1re côte, peut être aussi augmentée par la présence d'une côte cervicale ; de ce fait, les patients peuvent présenter des paresthésies au niveau de la face médiale de l'avant-bras et développer une faiblesse des muscles intrinsèques de la main ;*
- *compression de la veine subclavière – pouvant provoquer une thrombose de la veine axillaire.*

Une échographie-Doppler révèle une sténose marquée de l'artère subclavière à l'extrémité de cette côte, et un flux perturbé en aval du rétrécissement. Au sein de cette zone de turbulence sanguine, un thrombus adhérent à la paroi du vaisseau est mis en évidence.

Ce patient a bénéficié d'une exérèse chirurgicale de cette côte cervicale et ne présente plus aucun symptôme.





e-Figure 3.116 A. Radiographie cervicale mettant en évidence des côtes cervicales. B. TDM en coupe coronale montrant des côtes cervicales.



Cas 4

CANCER DU POUMON

Un homme de 52 ans présente des maux de tête et une respiration superficielle. Il se plaint également d'hémoptysies de faible abondance. L'examen clinique met en évidence une dilatation de nombreuses veines cervicales. La radiographie de thorax montre une élévation de l'hémidiaphragme droit et une masse tumorale, que l'on pense être un carcinome bronchogénique primitif.

En tenant compte des constatations cliniques et grâce à une bonne connaissance en anatomie, le site de la tumeur peut être localisé.

La dilatation de multiples veines cervicales indique une obstruction veineuse. Les veines sont dilatées des deux côtés du cou, ce qui implique que l'obstruction se situe sur un vaisseau commun, la veine cave supérieure. Le nerf phrénique droit, qui innerve le diaphragme, se trouve en avant de la veine cave supérieure dans l'hémithorax droit. L'élévation du diaphragme, suggérant une paralysie, montre clairement une atteinte de ce nerf phrénique.

Cas 5

TRAUMATISME THORACIQUE

Un homme de 35 ans a reçu une balle lors d'un vol à main armée. Le point d'entrée de la balle se situait au niveau du quatrième espace intercostal droit, au-dessus du mamelon. La radiographie de thorax réalisée lors de son admission aux urgences montre un collapsus complet du poumon.

***Une autre radiographie de thorax effectuée 20 minutes plus tard montre un niveau liquidien dans la cavité pleurale** (**e-fig. 3.117**).*

Trois types de processus pathologiques peuvent toucher la cavité pleurale.



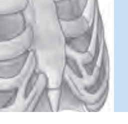
e-Figure 3.117 Radiographie thoracique montrant un niveau hydro-aérique dans la cavité pleurale.

- *Si de l'air est introduit dans la cavité pleurale, un **pneumothorax** se développe et le poumon se rétracte en raison de ses propriétés élastiques. L'espace pleural se remplit d'air, et celui-ci va par la suite comprimer le poumon. La plupart des patients ayant un collapsus pulmonaire ne présenteront pas de défaillance respiratoire. Mais dans certaines conditions, l'air pénètre dans la cavité pleurale à un tel niveau qu'il modifie et repousse le médiastin du côté controlatéral dans le thorax. Cette situation s'appelle un **pneumothorax compressif** ; elle est potentiellement létale et requiert un traitement en urgence par la mise en place d'un drain thoracique pour évacuer l'air. Les causes les plus fréquentes de pneumothorax sont les fractures costales et les lésions pulmonaires causées par la ventilation en pression positive.*
- *La cavité pleurale peut contenir du liquide (épanchement pleural), ce qui peut être associé à de nombreuses pathologies (infection pulmonaire, cancer, sepsis abdominal). Il est important de ponctionner ce liquide pour soulager les difficultés respiratoires et de le faire analyser afin d'en déterminer la nature.*
- *Les traumatismes thoraciques graves peuvent entraîner l'apparition d'un hémopneumothorax. Un drain thoracique doit être posé pour évacuer le sang et l'air contenus dans l'espace pleural et pour prévenir une défaillance respiratoire.*

Cet homme nécessite un traitement pour évacuer l'air, le liquide ou les deux.

On peut avoir accès à l'espace pleural en introduisant une aiguille entre les côtes dans la cavité pleurale. Chez un adulte bien portant, l'espace pleural est virtuel ; ainsi, toute tentative

(*Suite*)



Cas 6 *Suite*

pour introduire une aiguille dans cet espace ne réussirait probablement pas et pourrait abîmer le poumon sous-jacent.

Avant l'introduction d'un drain thoracique, la côte doit être correctement anesthésiée, car son périoste est extrêmement sensible. Le drain intercostal doit être mis en place en rasant le bord supérieur de la côte. La pose d'un drain près du bord inférieur de la côte pourrait endommager l'artère, la veine ou le nerf intercostal, qui cheminent au sein du paquet neurovasculaire.

Les sites recommandés pour l'introduction du drain sont soit le quatrième soit le cinquième espace intercostal entre les lignes axillaires antérieure et moyenne. Cette position est repérée en palpant l'angle sternal, point d'articulation de la 2e côte. En comptant vers le bas, on détermine le numéro des côtes, et une simple observation permet de repérer la position des lignes axillaire antérieure et moyenne. L'introduction d'un drain ou d'une aiguille au-dessus du 5e espace intercostal fait courir le risque de traverser le récessus pleural et de blesser le foie ou la rate, selon le côté où l'aiguille est introduite.

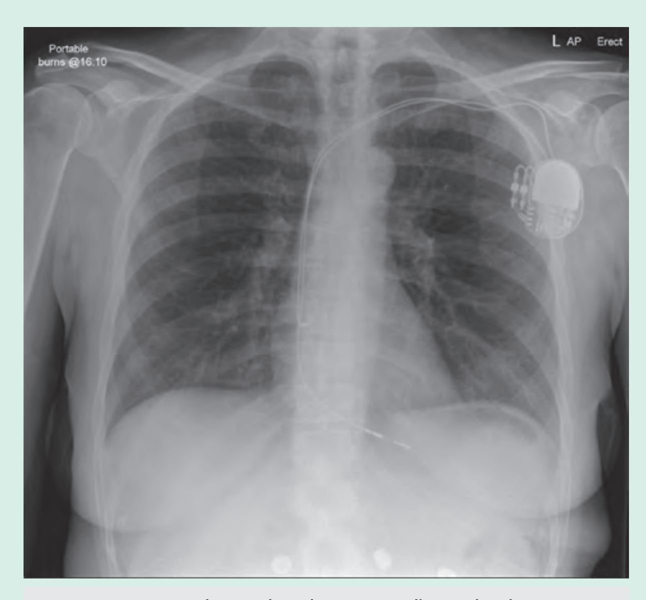
Cas 6

PACEMAKER DÉTÉRIORÉ

Une femme âgée est admise aux urgences en grande défaillance cardiaque. Elle a un boîtier de pacemaker placé à gauche, mis en place pour un trouble du rythme cardiaque (fibrillation auriculaire rapide) plusieurs années auparavant. Un ECG montra une fibrillation auriculaire rapide. Une radiographie de thorax montre que la sonde du pacemaker est cassée en regard de la clavicule.

Une bonne connaissance de l'anatomie de cette région du thorax peut expliquer pourquoi la sonde s'est cassée.

Beaucoup de patients ont un pacemaker cardiaque. La sonde émerge du pacemaker, placé au sein du tissu sous-cutané au-dessus du muscle grand pectoral, et chemine à partir du boîtier, sous la peau, pour percer la veine axillaire juste en dessous de la clavicule, en dehors du muscle subclavier. La sonde passe alors dans la veine subclavière, la veine brachiocéphalique, la veine cave supérieure, l'atrium droit et se termine au sein de la paroi du ventricule droit (où elle peut stimuler la contraction cardiaque) (e-fig. 3.118). Si la sonde perfore la veine axillaire directement à côté du muscle subclavier, il est possible qu'après de nombreuses années de mobilisation de l'épaule, le muscle subclavier abîme et casse la sonde, entraînant ainsi un dysfonctionnement du pacemaker. Tous les efforts sont donc mis en œuvre pour placer le point d'insertion de la sonde aussi latéralement que possible au sein de la première partie de la veine axillaire.



e-Figure 3.118 Radiographie thoracique d'un individu porteur d'un pacemaker. On peut suivre le trajet des câbles métalliques du pacemaker dans le système veineux vers le coeur où l'un se termine dans l'atrium droit et l'autre dans le ventricule droit.

Cas 7

COARCTATION DE L'AORTE

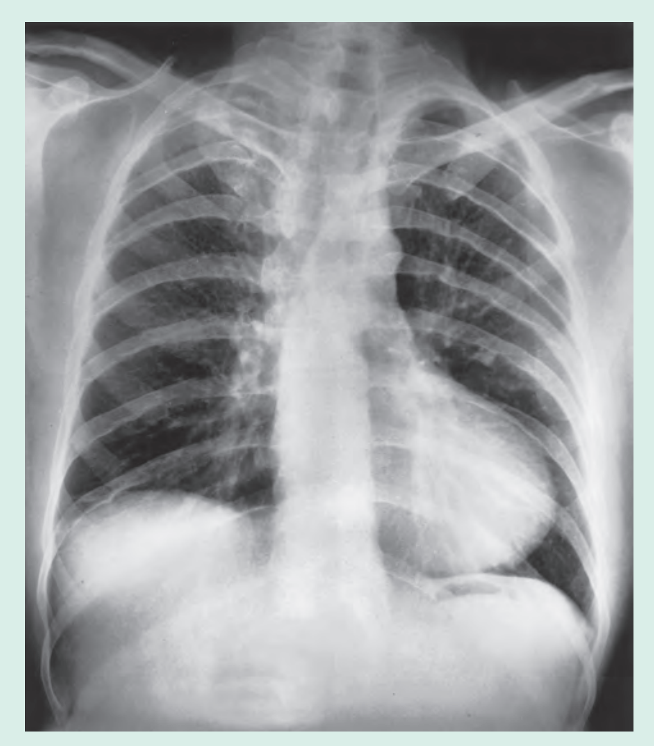
Un jeune homme de 20 ans se présente à son médecin de famille pour une toux. La radiographie de thorax montre des encoches le long du bord inférieur des 3e à 6e côtes (e-fig. 3.119). Il est adressé à un cardiologue et le diagnostic de coarctation de l'aorte est posé. Les encoches sont dues à la dilatation des artères intercostales collatérales.

La coarctation de l'aorte est un rétrécissement de l'aorte en aval de l'artère subclavière gauche. Ce rétrécissement peut diminuer de façon importante le débit sanguin vers la partie inférieure du corps. La plupart des vaisseaux en amont du rétrécissement sont dilatés en raison de l'augmentation de pression qui permet au sang de gagner l'aorte en dessous du niveau du rétrécissement. Habituellement, les artères thoracique interne, épigastrique supérieure et

(*Suite*)



Cas 7 *Suite*



e-Figure 3.119 Radiographie de thorax montrant des encoches le long des bords inférieurs des 3e à 6e côtes.

musculophrénique sont dilatées en avant. Ces artères donnent les artères intercostales antérieures, qui s'anastomosent avec les artères costales postérieures, permettant ainsi au sang de gagner l'aorte de façon rétrograde. La dilatation des vaisseaux intercostaux est responsable de l'apparition d'encoches sur les côtes.

Les premier et second vaisseaux intercostaux postérieurs sont des branches du tronc cervicocostal, qui naissent de l'artère subclavière en amont de la coarctation ; leur calibre n'est donc pas élargi car les artères sont plus éloignées et ne subissent pas le même régime de pression.

Cas 8

DISSECTION AORTIQUE

Un homme de 62 ans a été admis aux urgences pour une sévère douleur interscapulaire. Son histoire médicale indique que par ailleurs il va bien, notant toutefois qu'il mesure 2,05 mètres et qu'il a un antécédent de chirurgie ophtalmologique pour luxation du cristallin.

À l'examen, l'homme est pâle, moite et hypotendu. Le pouls dans l'aine droite est faible. Un ECG révèle un infarctus myocardique inférieur. Les tests sanguins montrent une altération de la fonction rénale et une acidose nette.

Le patient est transféré au scanner et le diagnostic de dissection aortique porté.

La dissection aortique est une affection peu fréquente au cours de laquelle se produit une petite déchirure de la paroi aortique (e-fig. 3.120). La paroi aortique compte trois couches, l'intima, la média et l'adventice. La déchirure de l'intima s'étend dans la média et la repousse formant un chenal dans la paroi même du vaisseau ; habituellement le sang regagne la lumière du vaisseau à distance de son point d'entrée.

L'infarctus du myocarde

La dissection aortique peut s'étendre de façon rétrograde pour intéresser le sinus coronaire de l'artère coronaire droite. Malheureusement, dans le cas de ce patient, l'artère coronaire droite a été occluse lorsque la dissection a gagné son orifice. Chez des individus normaux, l'artère coronaire droite irrigue la partie antéro-inférieure du myocarde, ce qui est évident sur l'ECG d'un infarctus antérieur du myocarde.

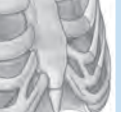
L'ischémie de jambe gauche

Les deux canaux de l'aorte se sont étendus sur toute la longueur de l'aorte, dans le système iliaque droit puis dans l'artère fémorale droite. Bien que le sang passe dans ces structures, il se produit souvent une réduction du flux sanguin. Ainsi, la diminution de flux dans le membre inférieur droit le rend ischémique.

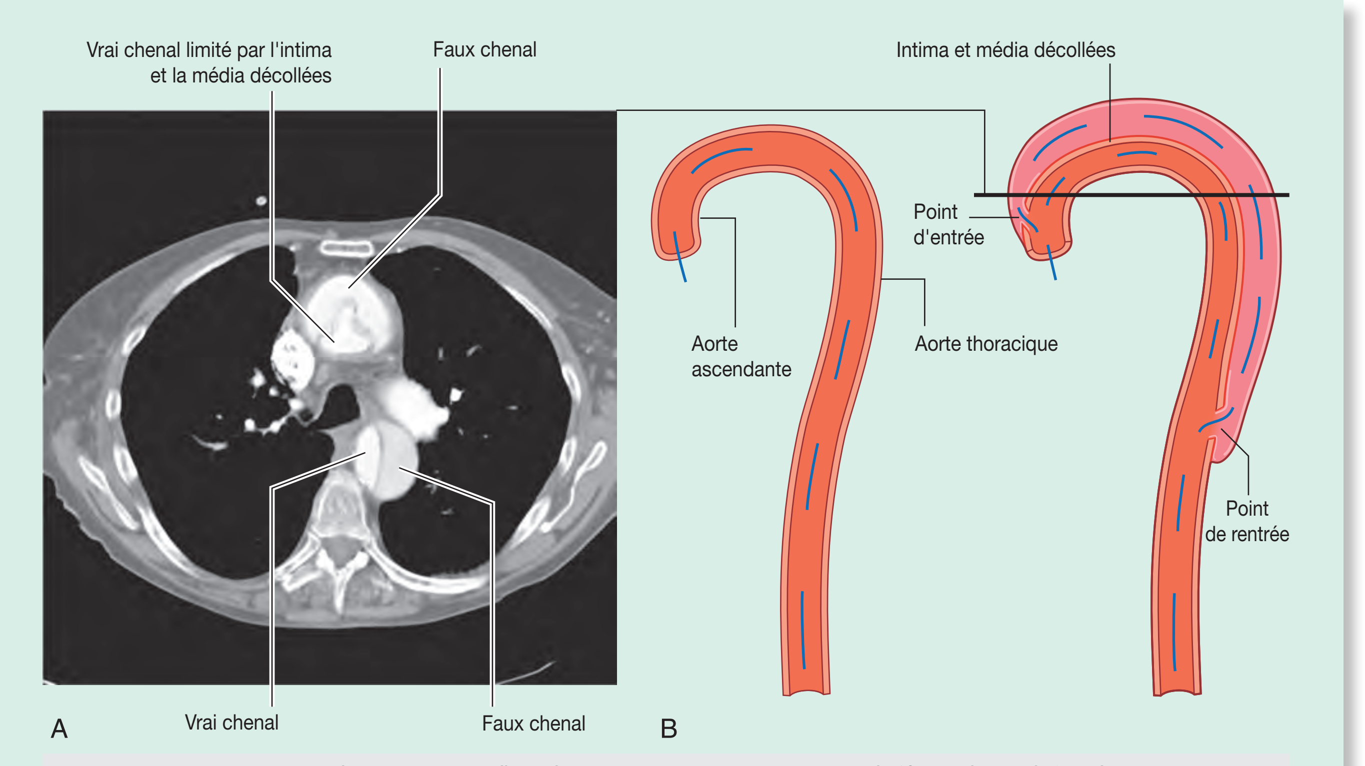
Le patient est en acidose.

Toutes les cellules du corps produisent de l'acide qui est excrété dans l'urine ou transformé en eau avec production de dioxyde de carbone éliminé par la ventilation. Malheureusement, quand des organes deviennent très

(*Suite*)



Cas 8 *Suite*



e-Figure 3.120 **A.** Image tomodensitométrique d'une dissection aortique. **B.** Aorte normale (figure de gauche) et dissection aortique (figure de droite). La ligne dans la figure de droite indique le plan de coupe tomodensitométrique montré en A.

ischémiques, ils libèrent d'importantes quantités d'ions hydrogènes. Typiquement, cela se produit en cas d'ischémie digestive et, avec la survenue de la dissection : 1) le tronc cœliaque, l'artère mésentérique supérieure et l'artère mésentérique inférieure peuvent effectivement être exclus de la circulation, ou 2) le flux sanguin dans ces vaisseaux peut être suffisamment abaissé pour rendre le tube digestif ischémique et donc participer à l'élévation des taux d'ions hydrogène.

Rein ischémique

De la même façon, la dissection peut altérer le flux sanguin des reins, ce qui diminue leurs capacités fonctionnelles.

Traitement

Le patient a été opéré en urgence et a survécu. Il est intéressant de noter que le poids du patient et l'antécédent de chirurgie du cristallin suggéraient le diagnostic de syndrome de Marfan. Plusieurs tests sanguins ainsi que les antécédents familiaux ont confirmé que c'était le cas.



Cas 9

PNEUMONIE

Un homme de 35 ans consulte son médecin de famille pour une perte de poids importante (7 kg en 2 mois). Il se plaint également d'une toux avec des filets de sang dans ses crachats (hémoptysie) et d'une douleur au niveau de l'hémithorax gauche. Récemment, il a remarqué une transpiration abondante, surtout la nuit, l'obligeant à changer ses vêtements.

À l'examen, le patient présente une fébricule et une tachypnée (respiration rapide). L'expansion thoracique est diminuée à gauche. La percussion du thorax montre une matité de la face antérieure de l'hémithorax gauche, alors que le reste de la poitrine résonne normalement. L'auscultation (écoute avec un stéthoscope) révèle une diminution du murmure vésiculaire, qui est rauque (respiration bronchique).

Le diagnostic d'infection pulmonaire est posé.

L'infection pulmonaire est une pathologie fréquente. Chez la plupart des patients, l'infection touche les voies aériennes principales et les bronches. Si l'infection perdure, des exsudats et des transsudats sont produits, et emplissent les alvéoles et les lobules pulmonaires secondaires. La nature diffuse de ce type d'infection est appelée pneumonie bronchique.

Du fait des signes cliniques spécifiques du patient, la bronchopneumopathie ne faisait aucun doute.

D'après les éléments cliniques, il était clair que le patient présentait vraisemblablement une pneumonie limitée à un lobe. Comme le poumon gauche ne présente que deux lobes, le diagnostic le plus probable était une pneumonie du lobe supérieur gauche.

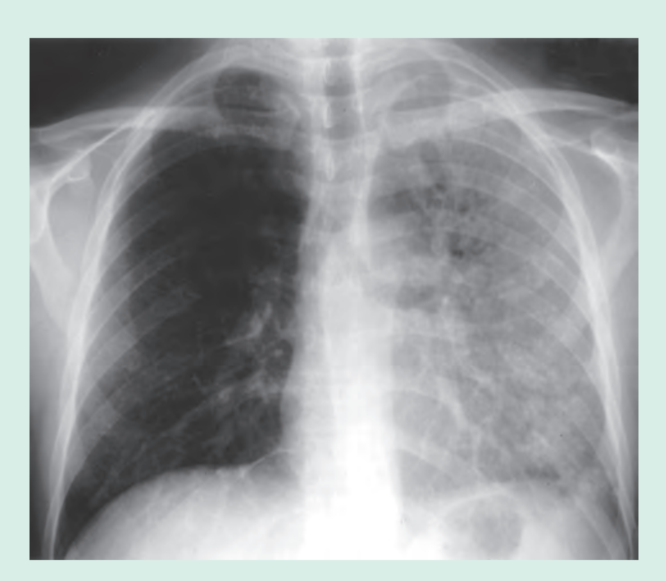
Une radiographie de thorax fut réalisée (e-fig. 3.121). Un cliché postéroantérieur du thorax montra une opacité de tout le poumon gauche.

Connaissant la position de la grande scissure, n'importe quelle opacité au niveau du lobe supérieur gauche se manifesterait par ce type d'image. Des radiographies de profil ne sont habituellement pas nécessaires, mais elles montreraient une opacité située en avant et en haut, se terminant brutalement au niveau de la grande scissure.

Les pneumonies du lobe supérieur sont inhabituelles, car la majorité des patients développent une infection influencée par la pesanteur. Cependant, certaines infections se développent typiquement au sein des lobes supérieur ou moyen, comme la tuberculose ou l'histoplasmose.

L'histoire de ce patient suggère une pathologie chronique grave et il est admis à l'hôpital.

Au décours de son hospitalisation, une bronchoscopie est réalisée et les crachats sont aspirés au niveau de la bronche lobaire supérieure gauche. Un prélèvement est réalisé puis cultivé au laboratoire. Il est examiné au microscope et des bacilles tuberculeux (ou bacilles de Koch) sont identifiés.



e-Figure 3.121 Infection du lobe supérieur gauche.



Cas 10

CANCER DE L'ŒSOPHAGE

Un homme de 68 ans consulte son médecin de famille car il se plaint d'une gêne à la déglutition (dysphagie). Le médecin examine le patient et constate que, depuis sa dernière visite, il a perdu 9 kg en 6 mois. Des examens sanguins de routine ont révélé que le patient était anémique et il a été adressé au service de gastro-entérologie. Le diagnostic de cancer œsophagien a été posé et le patient a subi une résection qui a nécessité une incision abdominale et thoracique. Après 4 ans, le patient est toujours bien et encore sous surveillance.

Le patient a eu une fibroscopie de l'œsophage au cours de laquelle un tube est introduit par la bouche dans l'œsophage avec une caméra à l'extrémité du tube. Il est aussi possible d'utiliser une pince à biopsie pour prélever de petits fragments de tissu afin de préciser le diagnostic.

*Le diagnostic de carcinome œsophagien a été porté (de type épidermoïde) et le patient a suivi une procédure pour établir le stade (*staging*).*

Établir le stade de toute affection maligne est important, car celui-ci détermine le protocole de traitement et permet au praticien de déterminer le pronostic du patient. Dans ce cas, le patient a eu un scanner du thorax et de l'abdomen qui n'a pas montré de nœuds lymphatiques autour du tiers inférieur de l'œsophage tumoral.

Le scanner abdominal n'a pas montré d'extension aux nœuds lymphatiques du tronc cœliaque ni au foie.

Le saignement de la tumeur était la cause de l'anémie.

Beaucoup de tumeurs du système gastro-intestinal sont remarquablement friables et, avec le passage de matériel digéré sur la tumeur, se produit un saignement chronique de faible abondance. Au bout d'un certain temps, le patient devient anémique, ce qui, dans un premier temps, est asymptomatique ; cependant, cela peut être diagnostiqué sur des examens de sang de routine.

Une chirurgie complexe est proposée.

La longueur de l'œsophage est d'environ 22 cm. L'extension tumorale peut se faire dans la sous-muqueuse et aussi vers les nœuds lymphatiques locorégionaux. Les nœuds lymphatiques se drainent suivant la vascularisation artérielle de l'œsophage, qui est surtout irrigué par l'artère thyroïdienne inférieure, les branches œsophagiennes de l'aorte thoracique et par des branches de l'artère gastrique gauche. La technique d'œsophagectomie transthoracique nécessite de placer le patient en décubitus dorsal. Une laparotomie est réalisée pour rechercher une extension de la maladie dans la cavité abdominale. L'estomac est mobilisé en préservant les artère gastrique droite et gastro-omentale droite. Les vaisseaux courts et les vaisseaux gastriques gauches sont sectionnés, et une pyloroplastie est aussi réalisée.

La paroi abdominale est alors refermée et le patient placé en décubitus latéral gauche. Une thoracotomie postérolatérale droite est faite par le cinquième espace intercostal, la veine azygos est sectionnée pour avoir accès à toute la longueur de l'œsophage. L'estomac est attiré à travers le hiatus diaphragmatique. L'œsophage est réséqué et l'estomac anastomosé à l'œsophage cervical.

Le patient a eu une récupération sans problème.

La plupart des cancers œsophagiens sont diagnostiqués relativement tard et ont souvent des métastases aux nœuds lymphatiques. De nombreux patients ont aussi une extension hépatique. Le pronostic d'ensemble des cancers œsophagiens est mauvais, avec environ 25 % de survie à 5 ans.

Diagnostiquer un cancer œsophagien à un stade précoce avant l'atteinte des nœuds lymphatiques est l'idéal et permet une technique curative.

Notre patient est revenu pour suivre une chimiothérapie et profite d'une bonne qualité de vie 4 ans après son opération.

Cas 11

ACCÈS VEINEUX

Une femme de 45 ans, avec un antécédent de cancer du sein dans le sein gauche, est retournée chez son médecin. Malheureusement, la maladie avait envahi les nœuds lymphatiques axillaires et les os (maladie métastatique osseuse). Un chirurgien a réséqué convenablement la tumeur primaire du sein, avec une grande excision locale puis un curage axillaire des nœuds lymphatiques. La patiente est alors adressée à un oncologue pour chimiothérapie. La chimiothérapie est administrée à travers un portacath, qui est un réservoir sous-cutané d'où un petit cathéter passe sous la peau jusque dans la veine jugulaire interne. La patiente a correctement supporté la pose du portacath sans complication, suivi complètement la chimiothérapie et va toujours bien 5 ans plus tard.

Le portacath a été placé sur la paroi antérieure droite du thorax de la patiente et le cathéter dans la veine jugulaire interne droite. La veine jugulaire interne gauche et les tissus sous-cutanés n'ont pas été utilisés. La raison de la non-utilisation de ce côté était que la patiente avait eu précédemment une dissection axillaire gauche et les canaux et nœuds lymphatiques avaient été enlevés. Le placement d'un portacath dans cette région pourrait provoquer une réaction inflammatoire et même s'infecter. Malheureusement, comme il n'y a pas de lymphatique pour drainer l'infection et supprimer les bactéries, un sepsis sévère et une infection mettant en jeu le pronostic vital peuvent survenir.

Comment a t-il été placé ?

L'échographie en coupe axiale montre la base du cou à droite et repère l'artère carotide commune droite ainsi que la veine jugulaire interne droite. La veine jugulaire interne est la plus grosse des deux structures et, habituellement, a une taille variant avec la respiration, est compressible, et a une taille variable avec la position du patient (quand le patient est placé tête basse, la veine se remplit et rend la ponction aisée).

Les risques de la technique

Comme avec toutes les techniques et opérations, il y a toujours un petit risque de complication. Ces risques sont toujours mis en balance avec les bénéfices potentiels de la technique. Placer une aiguille dans la veine jugulaire interne peut être guidé par échographie, ce qui réduit le risque de piquer l'artère carotide commune. De plus, ponctionner avec une vision directe diminue la probabilité pour l'opérateur de blesser le sommet du poumon et de percer le fascia suprapleural, ce qui peut entraîner un pneumothorax.

La position du cathéter interne

Le cathéter est introduit dans la veine jugulaire interne droite jusque dans la veine brachiocéphalique droite. L'extrémité du cathéter est alors poussée plus bas à la jonction de l'atrium droit et de la veine cave supérieure. La raison de ce positionnement du cathéter est liée aux produits perfusés. La plupart des produits de chimiothérapie sont très cytotoxiques (tueurs de cellules), et permettre un bon mélange avec le sang prévient la thrombose et l'irritation de la paroi veineuse.



Cas 12

MUCOVISCIDOSE ET BRONCHECTASIE

Une jeune fille de 15 ans se présente au service des urgences avec des antécédents d'une semaine de toux grasse avec des crachats purulents abondants, une augmentation de l'essoufflement, de la fatigue, de la fièvre à environ 38,5 °C, et elle ne répond pas à l'amoxicilline par voie orale prescrite par son médecin traitant. Le diagnostic de mucoviscidose a été posé peu de temps après la naissance de la patiente, et celle-ci a été de nombreuses fois hospitalisée pour des manifestations pulmonaires et gastro-intestinales de la maladie.

L'examen physique à l'admission actuelle aux urgences révèle des crépitants étendus, une tachycardie légère à 105/min et une fièvre à 38,2 °C. Le diagnostic d'exacerbation infectieuse d'une bronchectasie est posé. Un examen des crachats a été réalisé, et les résultats se sont révélés positifs à Pseudomonas aeruginosa*, un micro-organisme souvent isolé chez ces patients.*

La mucoviscidose est une maladie autosomique récessive qui affecte la fonction des glandes exocrines. Elle est due à une mutation génétique qui entraîne des concentrations anormalement faibles de chlore dans les sécrétions exocrines, ce qui les rend épaisses et collantes. Ces sécrétions provoquent un blocage et des lésions ultérieures des voies aériennes, des intestins, du pancréas, du foie et de l'appareil reproducteur. Dans les poumons, les sécrétions épaisses et troubles entraînent des infections récidivantes et une inflammation persistante, ce qui provoque une distorsion et une dilatation permanente des bronches distales, une atteinte appelée bronchectasie. Une bronchectasie peut être visualisée sur des radiographies thoraciques standard comme des structures tubulaires, touchant particulièrement les lobes supérieurs. La tomodensitométrie peut facilement mettre en évidence le degré des lésions des voies aériennes et identifier de potentielles complications pulmonaires de la mucoviscidose, comme des lobes collabés, un pneumothorax ou une augmentation du volume du tronc pulmonaire due à une hypertension pulmonaire.

Cette patiente a été admise pour une antibiothérapie intraveineuse à large spectre et de la kinésithérapie respiratoire intensive et elle a bien récupéré de cet épisode aigu. Elle est sortie avec une prescription d'antibioprophylaxie orale et de séances de kinésithérapie.

4

Abdomen

Dorothée Coquerel-Béghin

Vue globale

INTRODUCTION

L'abdomen est une cavité globalement cylindrique qui s'étend de la limite inférieure du thorax à la limite supérieure du pelvis et du membre inférieur (fig. 4.1A).

L'**ouverture inférieure du thorax** constitue la limite supérieure de l'abdomen, et est séparée du thorax par le diaphragme. Plus bas, la paroi abdominale profonde se poursuit par la paroi pelvienne au niveau de l'**ouverture supérieure du bassin.** Superficiellement, la limite inférieure de la paroi abdominale correspond à la racine du membre inférieur.

La cavité, fermée par la paroi abdominale, contient une grande **cavité péritonéale**, qui communique librement avec la cavité pelvienne.

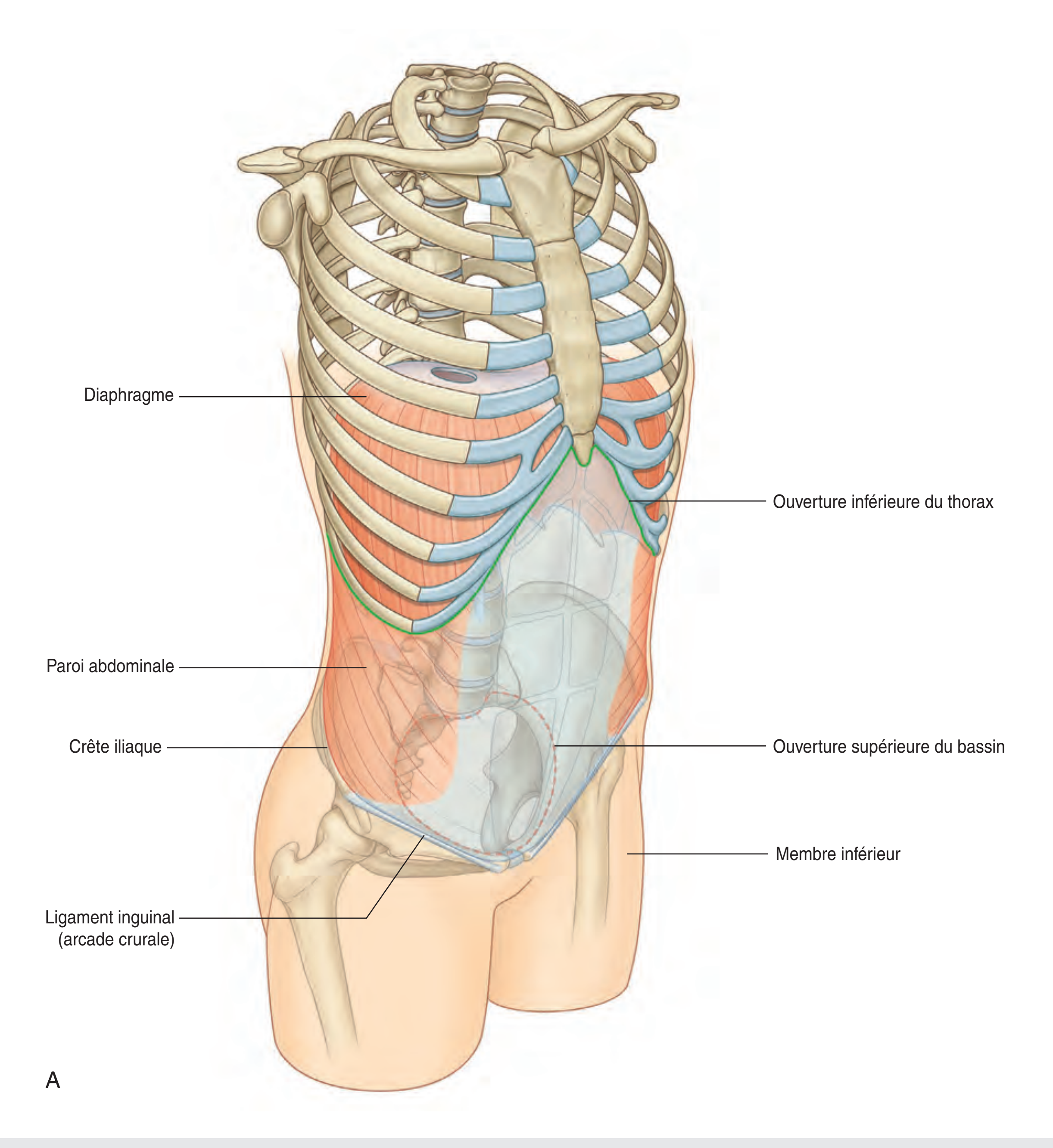


Figure 4.1 Abdomen. **A.** Limites. Abdomen.



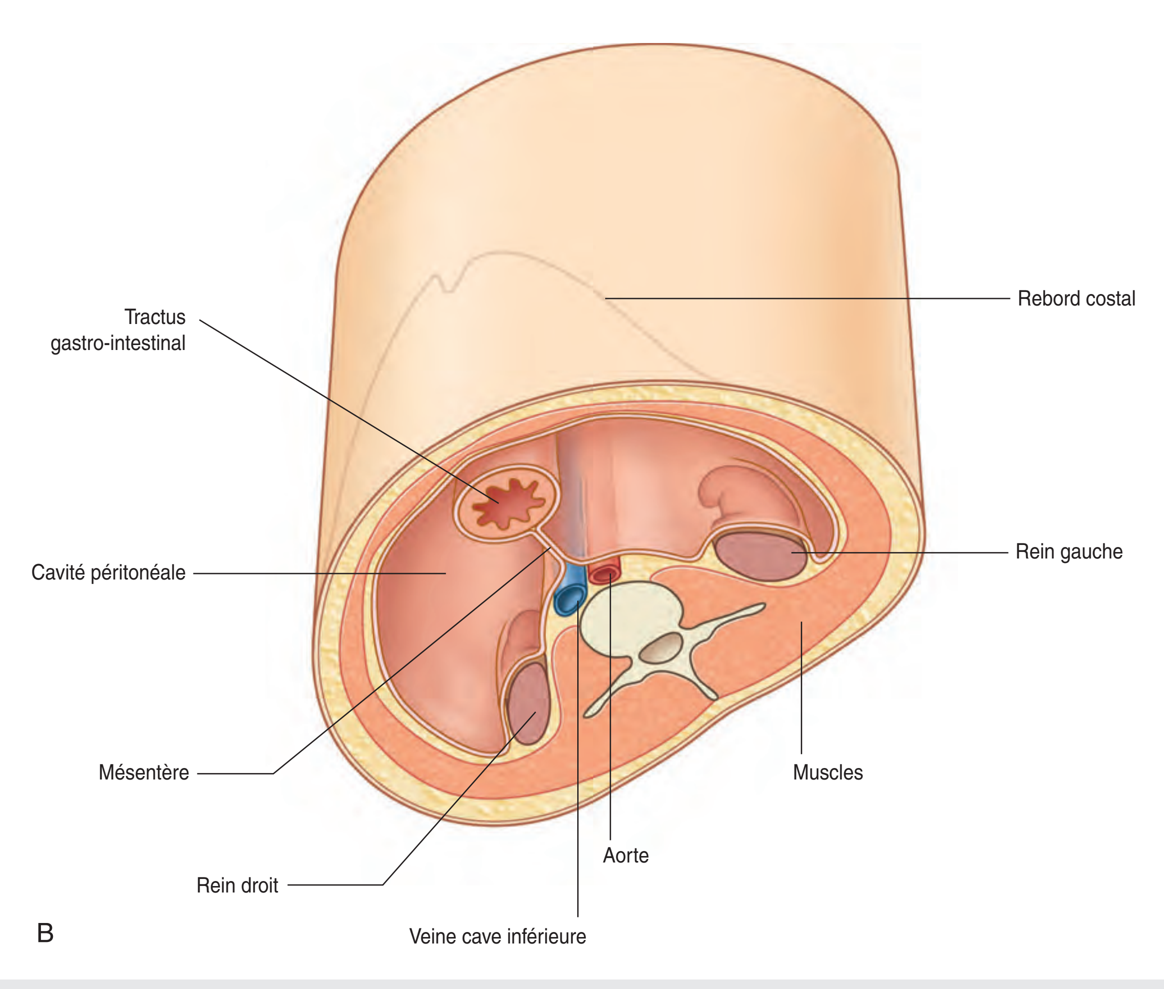


Figure 4.1 Suite. B. Situation du contenu abdominal. Vue inférieure.

Les viscères abdominaux sont soit suspendus dans la cavité péritonéale par les mésentères, soit situés entre la cavité péritonéale et la paroi musculosquelettique postérieure (fig. 4.1B).

Les viscères abdominaux comprennent :

- les principaux éléments du tractus gastro-intestinal : extrémité inférieure de l'œsophage, estomac, intestin grêle, côlon, foie, pancréas et vésicule biliaire ;
- la rate ;
- des éléments de l'appareil urinaire : reins et uretères ;
- les glandes surrénales ;
- des structures neurovasculaires.

FONCTIONS

Protection des principaux viscères

L'abdomen abrite les principaux éléments du tractus gastro-intestinal (fig. 4.2) ainsi que la rate et une partie de l'appareil urinaire.

Une grande partie du foie, la vésicule biliaire, l'estomac, la rate et une partie du côlon sont situés sous les coupoles diaphragmatiques, qui se projettent en haut au-dessus du rebord costal. Ainsi, ces viscères abdominaux sont protégés par la paroi thoracique. Les pôles supérieurs des reins sont situés en regard des dernières côtes.

Les autres viscères sont supportés et protégés essentiellement par la paroi musculaire de l'abdomen.

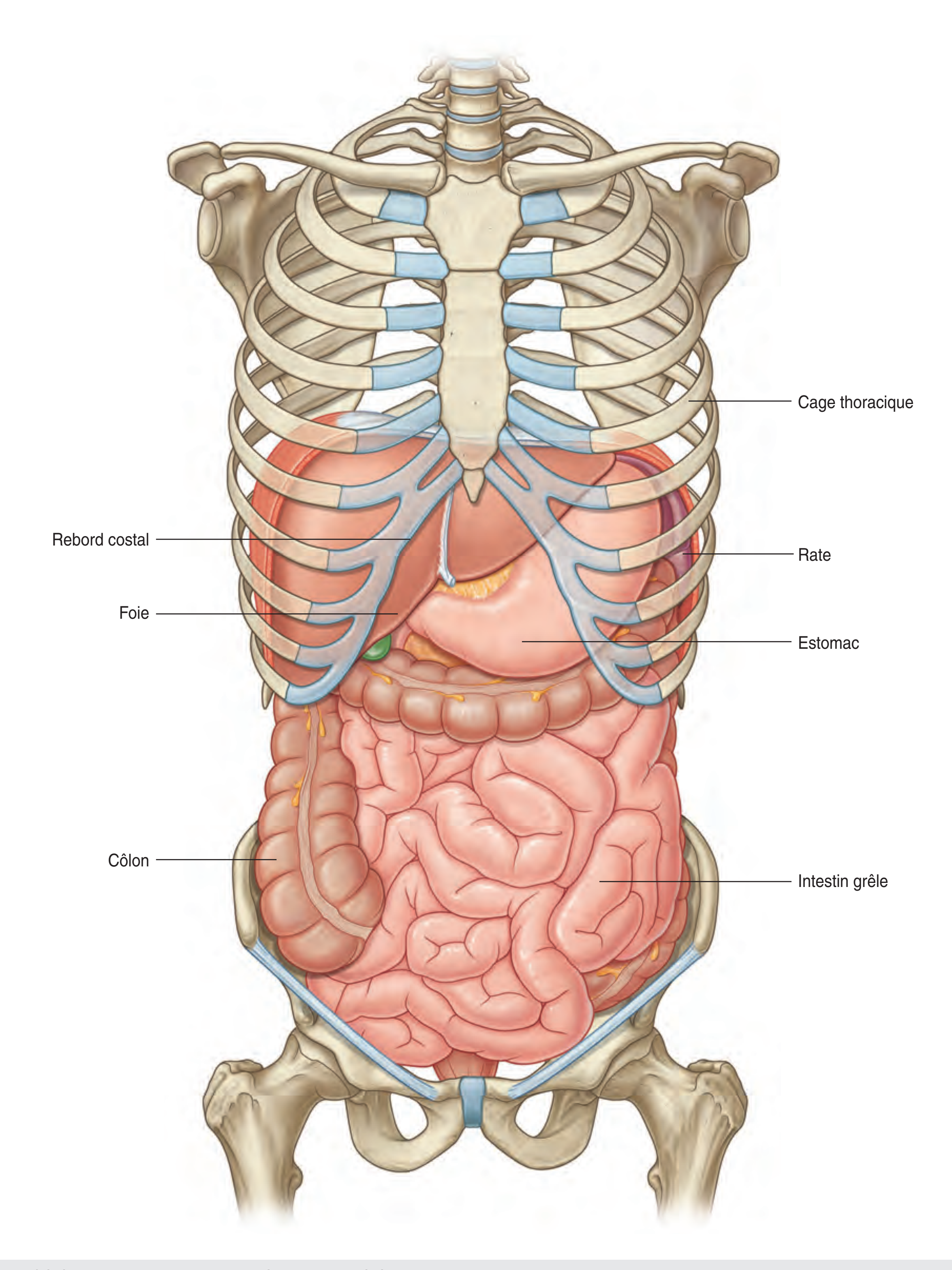


Figure 4.2 L'abdomen contient et protège les viscères abdominaux.

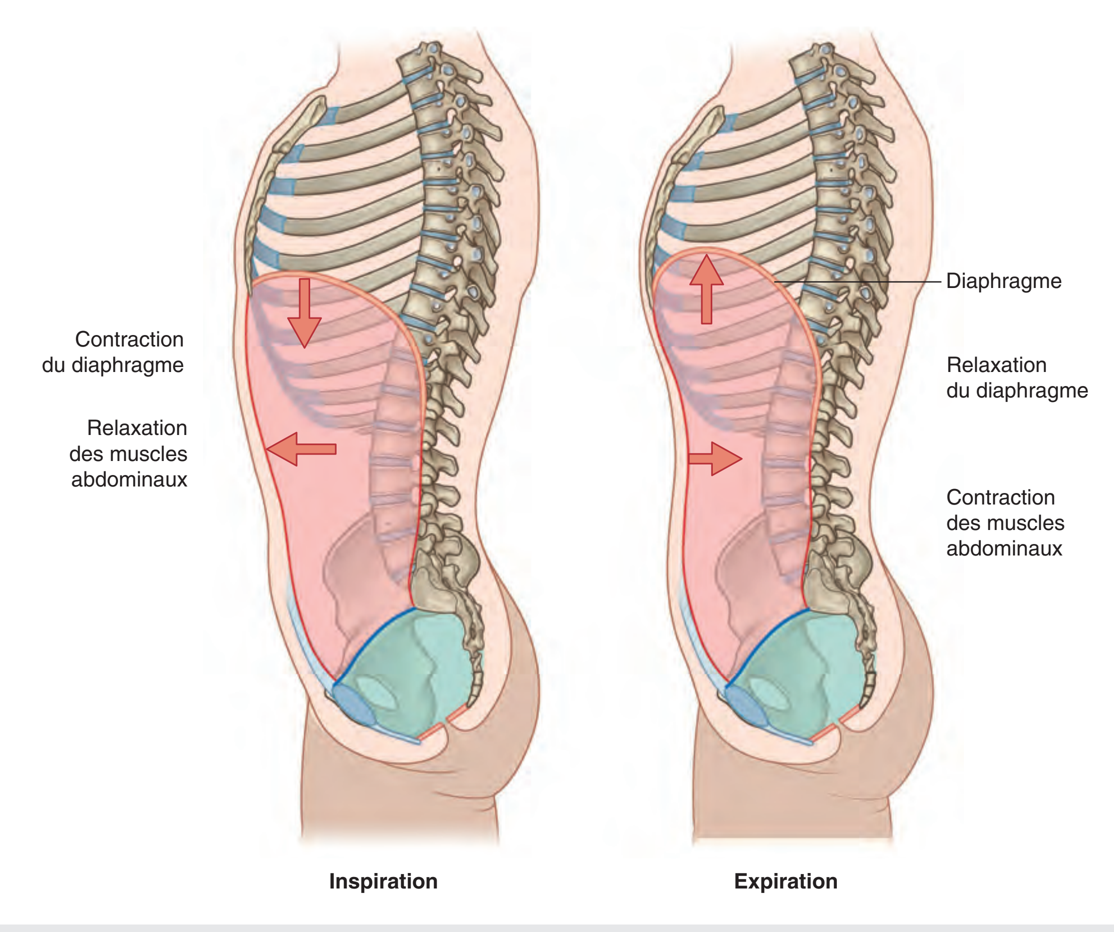


Figure 4.3 L'abdomen participe à la respiration.

Respiration

Un des rôles les plus importants de la paroi abdominale est de participer à la respiration :

- elle se relâche durant l'inspiration, s'adaptant à l'expansion de la cavité thoracique et au déplacement vers le bas des viscères abdominaux pendant la contraction du diaphragme (fig. 4.3) ;
- durant l'expiration, elle se contracte afin d'assister l'élévation des coupoles diaphragmatiques, entraînant ainsi la réduction du volume thoracique.

Des substances peuvent être expulsées des voies aériennes lors d'une expiration forcée, utilisant les muscles abdominaux, comme lors de la toux ou de l'éternuement.

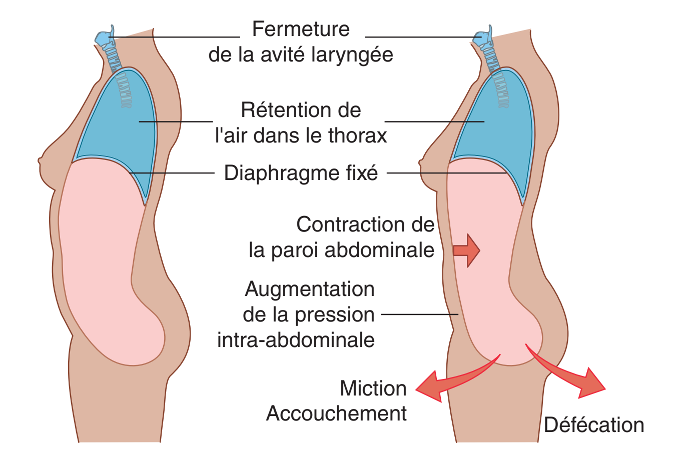


Figure 4.4 L'augmentation de la pression intra-abdominale peut être sollicitée lors de la miction, de la défécation et de l'accouchement.

Variations dans la pression intra-abdominale

La contraction des muscles de la paroi abdominale peut accroître nettement la pression intra-abdominale quand le diaphragme est en position fixe (fig. 4.4). L'air est maintenu dans les poumons par la fermeture des valves laryngées au niveau cervical. Une pression intra-abdominale accrue participe à vider le contenu de l'ampoule rectale et lors de l'accouchement.

ÉLÉMENTS ANATOMIQUES

Paroi

La paroi abdominale est constituée en partie d'os mais essentiellement de muscles (fig. 4.5). Les éléments squelettiques de la paroi (fig. 4.5A) sont :

- les cinq vertèbres lombales et les disques intervertébraux correspondants ;
- la partie supérieure des os pelviens ;
- des éléments osseux de la paroi thoracique inférieure, à savoir le rebord costal, la 12e côte, l'extrémité de la 11e côte et le processus xiphoïde.

Les muscles forment le reste de la paroi abdominale (fig. 4.5B) :

- de chaque côté de la colonne vertébrale, les muscles carré des lombes, grand psoas et iliaque renforcent la partie postérieure de paroi (les muscles grand psoas et iliaque se terminent au niveau de la cuisse et sont les principaux fléchisseurs de la hanche) ;
- les parties latérales de la paroi abdominale sont principalement constituées par trois feuillets musculaires, qui ont une orientation comparable aux muscles intercostaux (les muscles transverse abdominal, oblique interne et oblique externe) ;
- en avant, un muscle segmenté (muscle droit de l'abdomen) s'étend de part et d'autre de la ligne médiane, de la paroi thoracique inférieure au pelvis.
- La continuité structurelle entre les parties postérieure, latérale et antérieure de la paroi abdominale est assurée par un épais fascia en arrière et par de fins feuillets tendineux (aponévroses) issus des muscles de la paroi latérale. Un

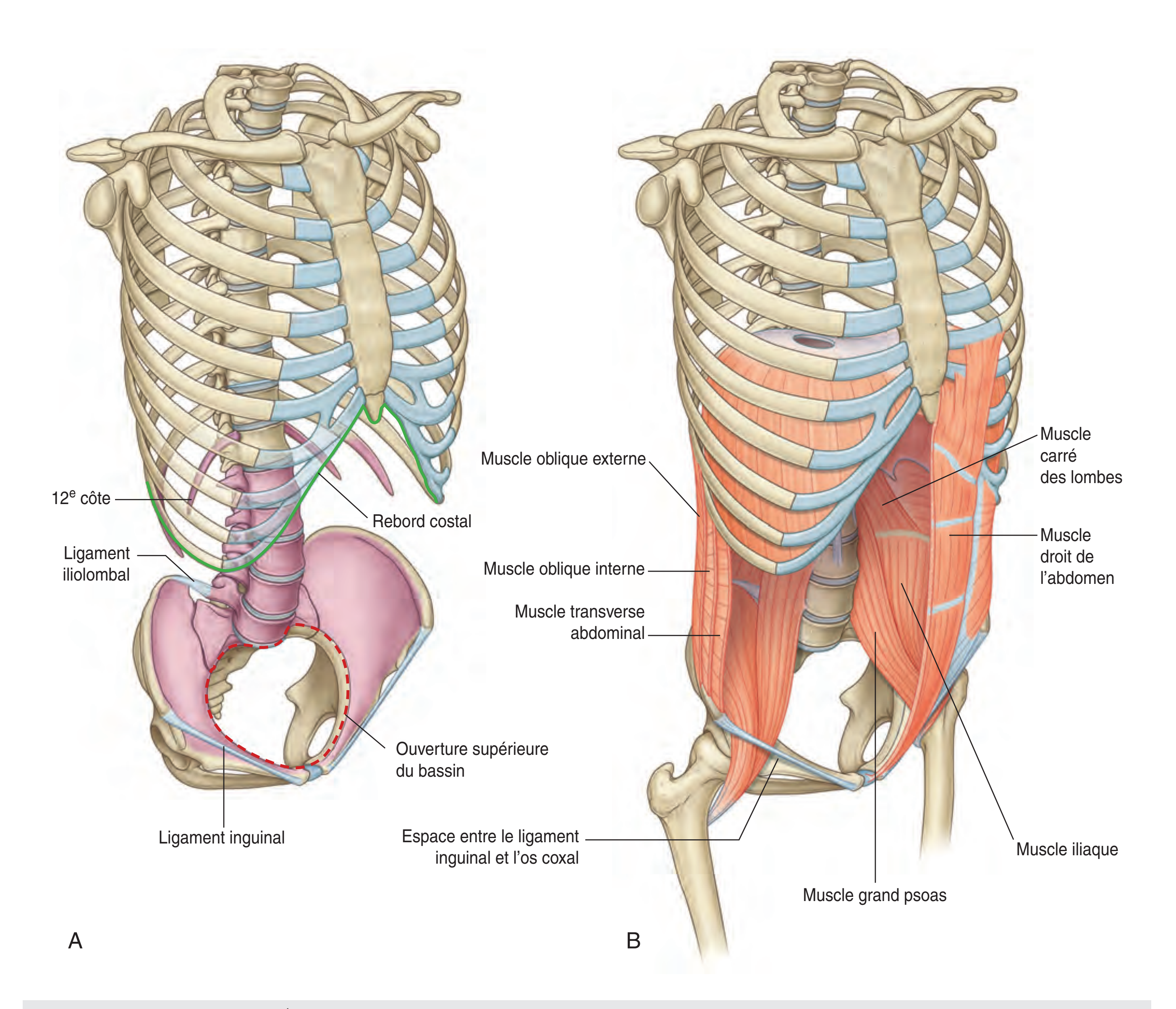


Figure 4.5 Paroi abdominale **A.** Éléments squelettiques. **B.** Muscles.



fascia d'épaisseur variable sépare la paroi abdominale du péritoine.

Cavité abdominale

L'organisation générale de la cavité abdominale est telle que le tube digestif central (tractus gastro-intestinal) est appendu à la paroi abdominale postérieure, et partiellement à la paroi abdominale antérieure par de fins replis péritonéaux (les **mésentères** ; fig. 4.6) :

- un mésentère ventral (ou antérieur) pour les régions proximales du tube digestif ;
- un mésentère dorsal (postérieur) sur toute la longueur du tractus.

Les différentes parties de ces deux mésentères sont nommées en fonction des organes auxquels ils sont appendus ou avec lesquels ils sont associés.

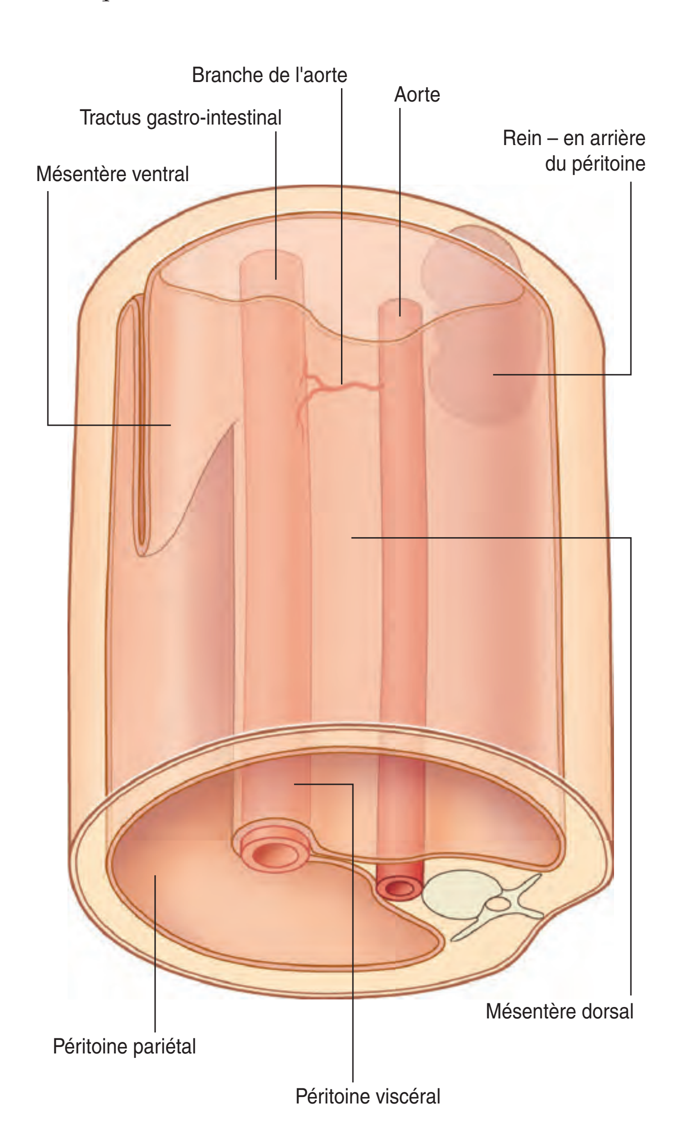


Figure 4.6 Le tube digestif est appendu par des mésentères.

Des viscères importants comme les reins, qui ne sont pas suspendus dans la cavité abdominale par les mésentères, sont en relation avec la paroi abdominale.

La cavité abdominale est tapissée par le **péritoine**, qui consiste en une couche monocellulaire apparentée à un épithélium (**mésothélium**), supportée par une couche de tissu conjonctif. Le péritoine est comparable à la plèvre ou au péricarde du thorax.

Le péritoine se réfléchit sur la paroi abdominale afin de devenir un composant des mésentères qui suspendent les viscères :

- le **péritoine pariétal** tapisse la paroi abdominale ;
- le **péritoine viscéral** recouvre les organes appendus.

Normalement, les éléments du tractus gastro-intestinal et ses annexes remplissent complètement la cavité abdominale, faisant de la cavité péritonéale un espace virtuel ; le péritoine viscéral des viscères et le péritoine pariétal de la paroi abdominale glissent librement l'un sur l'autre.

Les viscères abdominaux sont soit intrapéritonéaux, soit rétropéritonéaux :

- les structures **intrapéritonéales**, telles que les éléments du tractus gastro-intestinal, sont appendues à la paroi abdominale par les mésentères ;
- les structures qui ne sont pas appendues dans la cavité abdominale par un mésentère et qui se situent entre le péritoine et la paroi abdominale sont en position **rétropéritonéale**.

Les structures rétropéritonéales comprennent les reins et les uretères, qui se développent dans la région située entre le péritoine et la paroi abdominale et restent dans cette position à l'âge adulte.

Pendant le développement, certains organes, comme des portions de l'intestin grêle ou du côlon, sont initialement appendus dans la cavité abdominale par un mésentère, puis évoluent dans un second temps en position rétropéritonéale par accolement avec la paroi abdominale (fig. 4.7).

Les gros vaisseaux, les nerfs et les lymphatiques sont en rapport avec la paroi postérieure de l'abdomen, au niveau de la ligne médiane, dans une région où, durant le développement, le péritoine se réfléchit sur la paroi comme le mésentère postérieur, qui contient le tube digestif en développement. En conséquence, les branches des structures neurovasculaires pour l'appareil gastro-intestinal sont impaires ; elles prennent leur origine à la face antérieure des structures mères et cheminent dans les mésentères, ou deviennent rétropéritonéales dans les régions où les mésentères ont secondairement fusionné avec la paroi.

En général, les vaisseaux, nerfs et lymphatiques destinés à la paroi abdominale et aux organes issus de structures

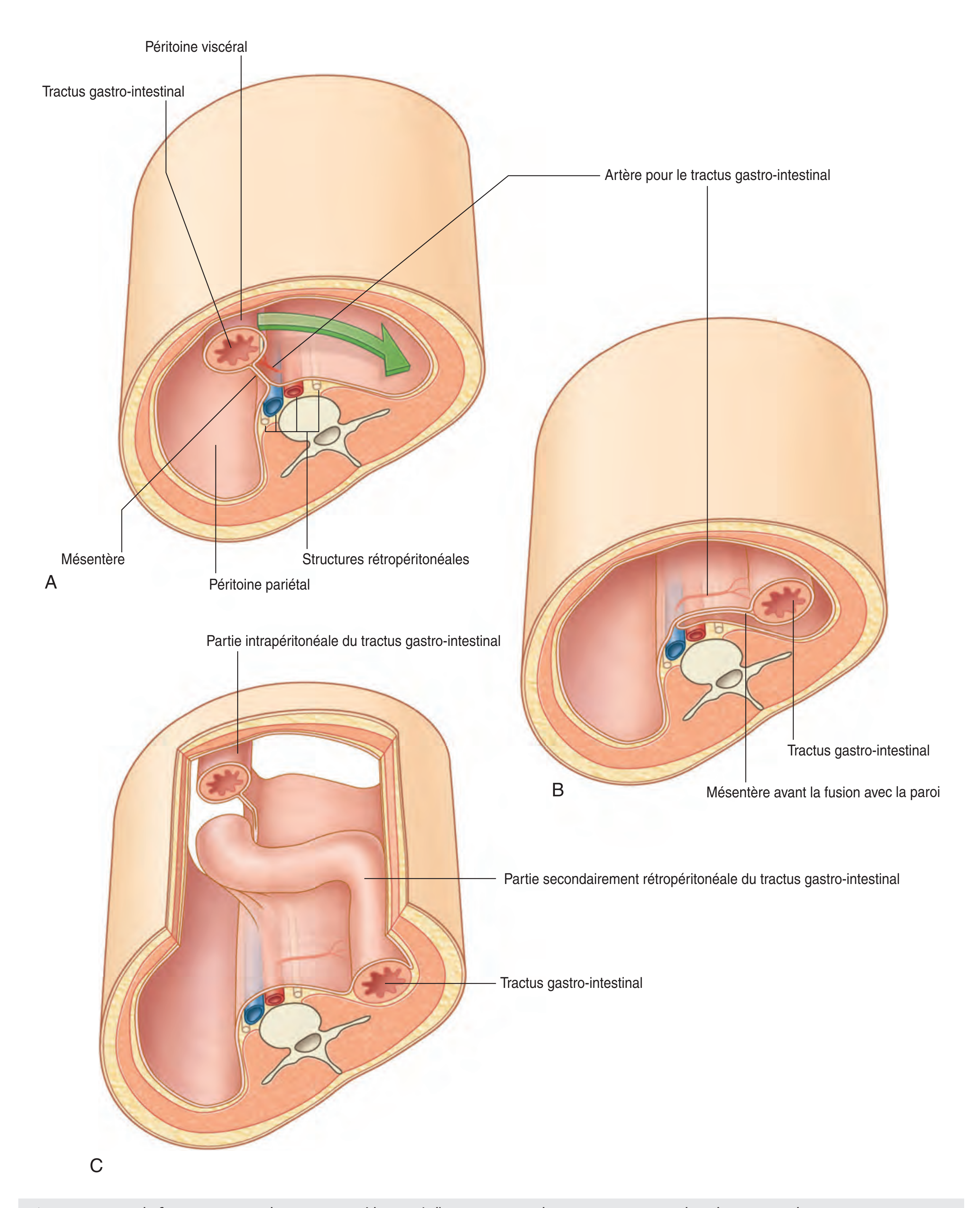


Figure 4.7 Série de figures montrant la progression (de **A** à **C**) d'un organe initialement intrapéritonéal évoluant secondairement en position rétropéritonéale.



rétropéritonéales naissent latéralement des structures neurovasculaires centrales et sont habituellement pairs, un de chaque côté.

Limite inférieure du thorax

La limite supérieure de l'abdomen correspond à la limite inférieure du thorax, lequel est fermé par le diaphragme. Le pourtour inférieur du thorax est constitué par la 12e vertèbre thoracique, la 12e côte, la partie distale de la 11e côte, le rebord costal et le processus xiphoïde du sternum.

Diaphragme

Le diaphragme est une cloison musculotendineuse séparant l'abdomen du thorax.

Il s'insère sur le pourtour inférieur de la cage thoracique, mais en arrière, son insertion est plus complexe et s'étend à la colonne lombale (fig. 4.8). De chaque côté, une expansion musculaire (pilier) ancre fermement le diaphragme aux faces antéro- latérales de la colonne vertébrale, au niveau de la vertèbre LIII à droite, et de LII à gauche.

Comme le rebord costal n'est pas complet en arrière, le diaphragme s'insère sur des ligaments arqués, tendus entre surfaces osseuses et tissus mous :

- les **ligaments arqués médiaux** et **latéraux** croisent les muscles de la paroi abdominale postérieure et s'attachent respectivement aux vertèbres, à l'apophyse transverse de LI et à la 12e côte ;
- le **ligament arqué médian** est croisé par l'aorte et se continue de chaque côté par les piliers.

Hiatus œsophagien
Rebord costal
Ligament arqué médian
Ligament arqué latéral
Ligament arqué médial
Pilier gauche
Pilier droit
Carré des lombes
Grand psoas

Figure 4.8 Ouverture inférieure du thorax et diaphragme.

L'insertion postérieure du diaphragme s'étend bien plus vers le bas que son insertion antérieure. En conséquence, le diaphragme est un composant important de la paroi abdominale postérieure, en rapport avec de nombreux viscères abdominaux.

Ouverture supérieure du bassin

La paroi abdominale est en continuité avec la paroi pelvienne au niveau de l'ouverture supérieure du bassin, et la cavité abdominale se poursuit par la cavité pelvienne.

Le pourtour de l'ouverture supérieure du bassin est entièrement osseux. Il est constitué par :

- le sacrum en arrière ;
- la symphyse pubienne en avant ;
- la ligne arquée de l'ilium latéralement et de chaque côté (fig. 4.9).

À cause de l'angulation postérieure entre le sacrum et les os coxaux, et la colonne vertébrale, la cavité pelvienne n'est pas orientée dans le même plan vertical que la cavité abdominale. Elle se projette vers l'arrière, et l'ouverture supérieure du bassin regarde en avant et un peu en haut (fig. 4.10).

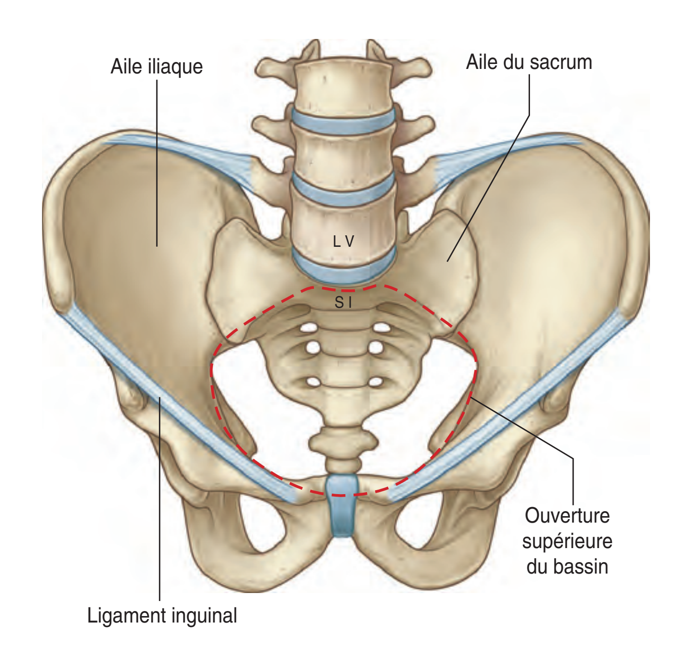


Figure 4.9 Ouverture supérieure du bassin.

RAPPORTS AVEC LES AUTRES RÉGIONS

Thorax

L'abdomen est séparé du thorax par le diaphragme. Les structures anatomiques passent d'une région à l'autre à travers le diaphragme ou en arrière (voir fig. 4.8).

Pelvis

L'ouverture supérieure du bassin s'ouvre directement dans l'abdomen et les structures passent de l'abdomen au pelvis au travers de celle-ci.

Le péritoine qui tapisse la cavité abdominale est en continuité avec le péritoine du pelvis. Ainsi, la cavité abdominale est entièrement en continuité avec la cavité pelvienne (fig. 4.11). L'infection d'une région peut donc s'étendre librement à l'autre.

La vessie se dilate vers le haut, de la cavité pelvienne à la cavité abdominale et, pendant la grossesse, l'utérus se développe librement vers le haut, dans la cavité abdominale, en dehors de la cavité pelvienne.

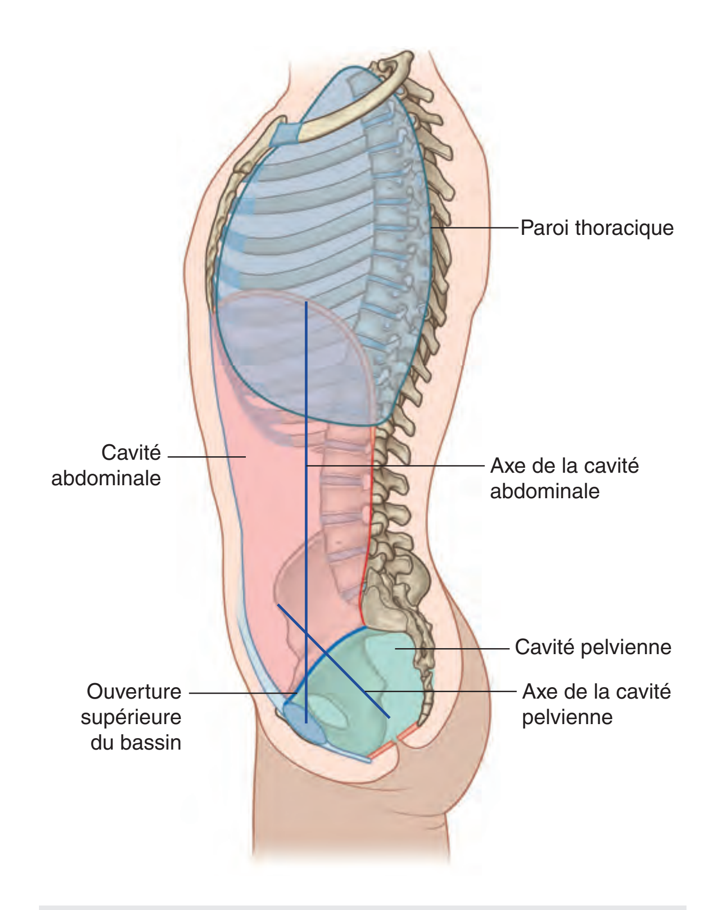


Figure 4.10 Orientation des cavités abdominale et pelvienne.

Figure 4.11 La cavité abdominale est en continuité avec la cavité pelvienne.

Membre inférieur

L'abdomen communique directement avec la cuisse à travers un orifice antérieur situé entre la limite inférieure de la paroi abdominale (marquée par le ligament inguinal) et l'os coxal (fig. 4.12). Les structures qui passent à travers cet orifice sont :

- les principales artères et veines pour le membre inférieur ;
- le nerf fémoral, qui innerve le muscle quadriceps fémoral, extenseur du genou ;
- des lymphatiques ;
- l'extrémité distale des muscles grand psoas et iliaque, qui sont des fléchisseurs de la cuisse au niveau de l'articulation de la hanche.

Quand les vaisseaux passent sous le ligament inguinal, leurs noms changent – l'artère et la veine iliaques externes de l'abdomen deviennent l'artère et la veine fémorales de la cuisse.

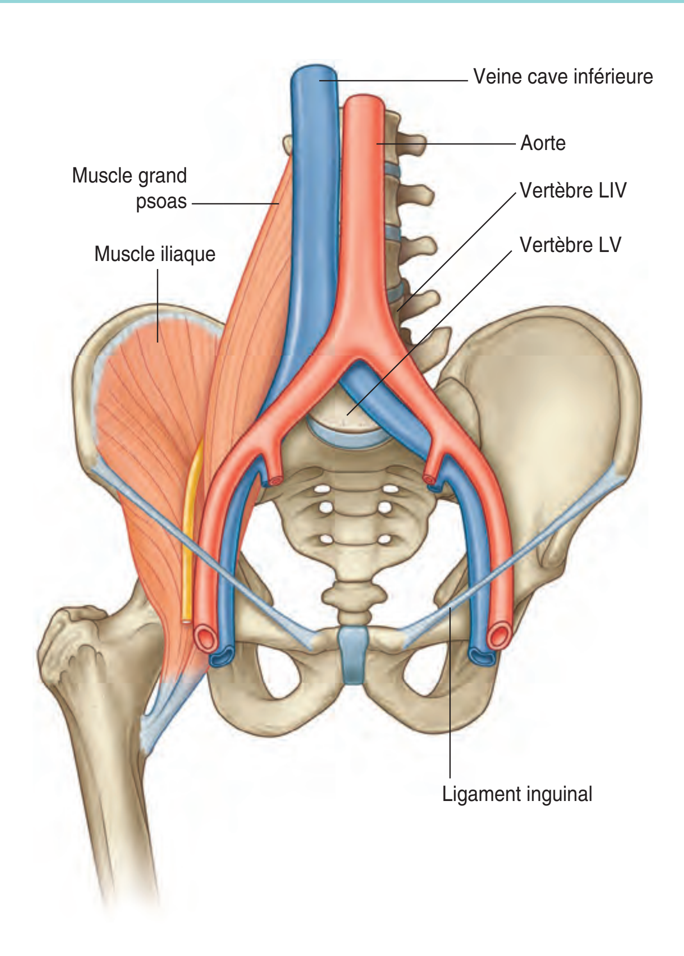


Figure 4.12 Structures passant de l'abdomen à la cuisse.

POINTS CLÉS

Disposition des viscères abdominaux chez l'adulte

Une connaissance basique du développement du tractus gastro-intestinal est nécessaire pour comprendre la disposition des viscères abdominaux et des mésentères dans l'abdomen (fig. 4.13).

Initialement, le tractus gastro-intestinal est orienté longitudinalement dans la cavité corporelle et est suspendu aux parois environnantes par un large mésentère dorsal et par un mésentère ventral plus petit.

En haut, les mésentères dorsal et ventral sont ancrés au diaphragme.

Le tube digestif primitif comprend l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur. L'importante croissance longitudinale du tube digestif, la rotation de certaines parties de ce tube, et la fusion secondaire de certains viscères et de leurs mésentères avec la paroi participent à la mise en place des organes abdominaux chez l'adulte.

Développement de l'intestin antérieur

Dans la région de l'abdomen, l'**intestin antérieur** est à l'origine de l'extrémité distale de l'œsophage, de l'estomac et de la partie proximale du duodénum. L'intestin antérieur est seulement une partie du tube digestif appendu à la paroi par les mésentères ventral et dorsal.

Un diverticule à la face antérieure de l'intestin antérieur va se développer dans le mésentère ventral pour donner naissance au foie et à la vésicule biliaire, et ensuite à la partie ventrale du pancréas.

La partie dorsale du pancréas se développe à partir d'une excroissance de l'intestin antérieur dans le mésentère dorsal. La rate se développe dans le mésentère dorsal dans une région située entre la paroi et le futur estomac.

Au niveau de l'intestin antérieur, le futur estomac effectue une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre ; le mésentère dorsal associé se déplace vers la gauche et croît de façon importante. Durant ce processus, une partie du mésentère se rapproche puis, dans un second temps, fusionne avec le côté gauche de la paroi abdominale.

Dans le même temps, le duodénum ainsi que son mésentère dorsal et une partie du pancréas pivotent vers la droite et fusionnent avec la paroi.

La fusion secondaire du duodénum avec la paroi, l'importante croissance du foie dans le mésentère ventral et l'accolement de la face supérieure du foie avec le diaphragme restreignent l'ouverture à un orifice limité par le mésentère dorsal associé à l'estomac. Cet orifice réduit est appelé le **foramen omental** (**foramen épiploïque**).

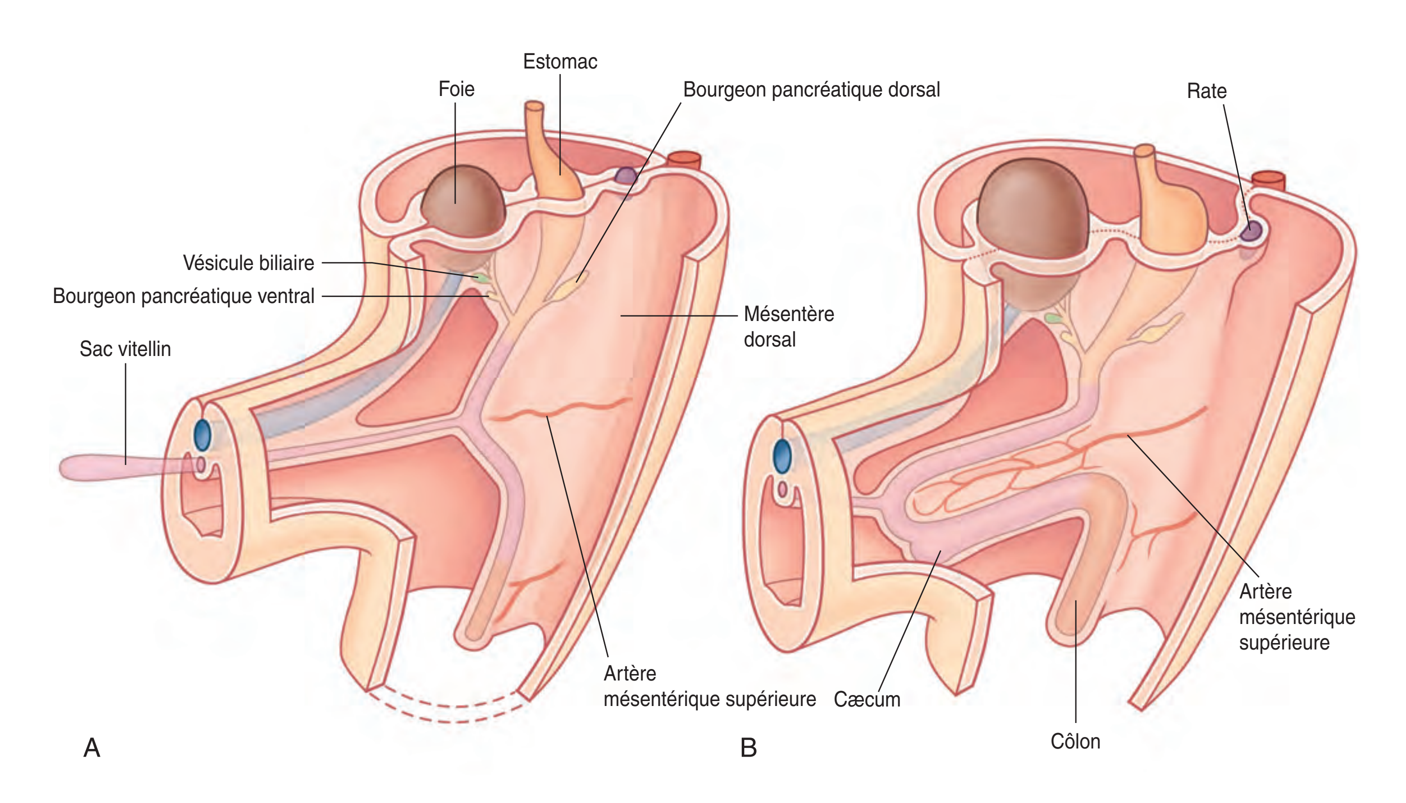
La partie de la cavité abdominale fermée par l'expansion du mésentère dorsal et située en arrière de l'estomac s'appelle la **bourse omentale** ou arrière-cavité des épiploons (**petite cavité**). Le passage par le foramen omental, de cet espace au reste de la cavité péritonéale (**grande cavité**) est situé sous le bord libre du mésentère ventral.

La portion du mésentère dorsal qui forme initialement une partie de la grande cavité se développe de façon très importante vers le bas, et les deux faces de ce mésentère fusionnent pour former une structure ressemblant à un tablier (le **grand omentum** ou grand épiploon). Le grand omentum est appendu à la grande courbure de l'estomac, recouvre les viscères de la cavité abdominale, et c'est la première structure que l'on observe lorsque la cavité abdominale est ouverte par voie antérieure.

Développement de l'intestin moyen

L'**intestin moyen** se développe pour donner la partie distale du duodénum et le jéjunum, l'iléum, le côlon ascendant et les deux tiers proximaux du côlon transverse. Un petit sac, le sac vitellin, se détache de l'anse intestinale vers l'avant, jusqu'à l'ombilic.





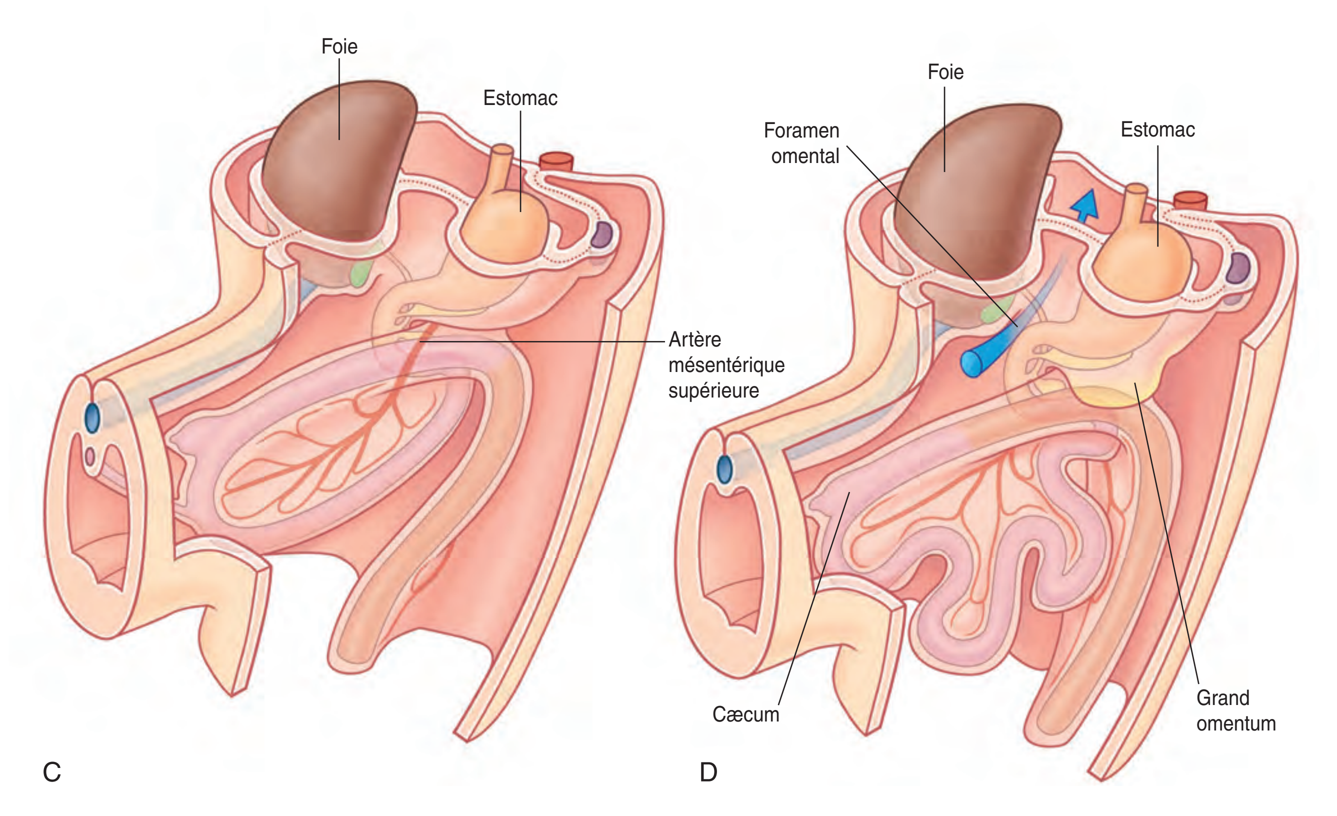


Figure 4.13 Série de figures (de **A** à **H**) illustrant le développement de l'appareil digestif et des mésentères.

La croissance rapide de l'appareil gastro-intestinal entraîne la formation d'une boucle intestinale, qui s'extériorise en dehors de la cavité abdominale, dans le cordon ombilical. Alors que le fœtus grandit et que la connexion avec le sac vitellin disparaît, l'intestin moyen retourne dans la cavité abdominale. Lors du déroulement de ce processus, les deux morceaux de la boucle intestinale effectuent une rotation dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, autour de leur axe central ; ainsi, la partie de la boucle qui deviendra le cæcum descend vers la zone inférieure droite de la cavité. L'artère mésentérique supérieure, qui vascularise l'intestin moyen, est au centre de l'axe de rotation.

Le cæcum reste intrapéritonéal, le côlon ascendant fusionne avec la paroi abdominale, devenant ainsi rétropéritonéal, et le côlon transverse reste suspendu par son mésentère dorsal (mésocôlon transverse). Le grand omentum recouvre le côlon transverse et le mésocôlon, et fusionne habituellement avec ces structures.

Développement de l'intestin postérieur

Le tiers distal du côlon transverse, le côlon descendant, le côlon sigmoïde et la partie supérieure du rectum se développent à partir de l'**intestin postérieur**.

Les parties proximales de l'intestin postérieur se placent à gauche et deviennent le côlon descendant et le côlon sigmoïde. Le côlon descendant et son mésentère dorsal fusionnent avec la paroi abdominale, alors que le côlon sigmoïde reste intrapéritonéal. Celui-ci passe à travers l'ouverture supérieure du bassin, et se poursuit par le rectum en regard de la vertèbre SIII.

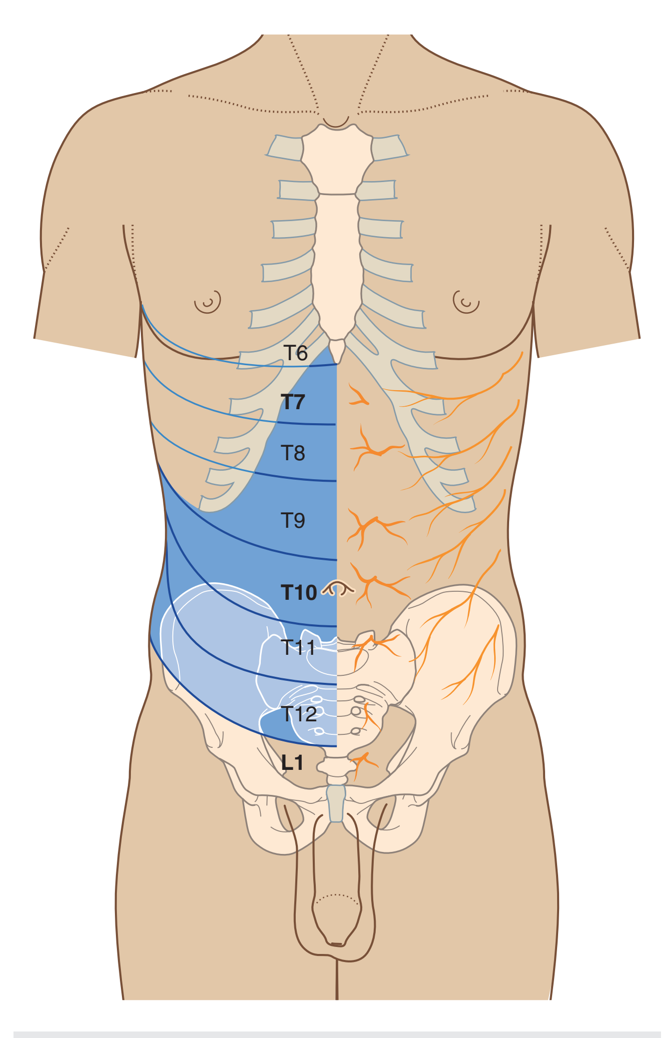


Figure 4.14 Innervation de la paroi abdominale antérieure.

Peau et muscles de la paroi antérolatérale de l'abdomen et nerfs intercostaux thoraciques

Les racines antérieures des nerfs spinaux thoraciques T7 à T12 suivent la direction descendante des côtes et croisent le rebord costal pour gagner la paroi abdominale (fig. 4.14). Les nerfs intercostaux T7 à T11 se distribuent à la peau et aux muscles de la paroi abdominale, ainsi que le nerf subcostal T12. De plus, T5 et T6 innervent les parties supérieures du muscle oblique externe de la paroi abdominale ; T6 assure également l'innervation sensitive de la peau en regard du processus xiphoïde.

La peau et les muscles des régions inguinale et suprapubienne de la paroi abdominale sont innervés par L1 et non par les nerfs thoraciques.

Les dermatomes de la paroi antérieure de la paroi abdominale sont indiqués sur la figure 4.14. Sur la ligne médiane, le niveau sensitif de l'angle infrasternal est T6, et celui de l'ombilic est T10. L1 assure l'innervation sensitive des régions inguinale et suprapubienne.

Les muscles de la paroi abdominale sont innervés de façon segmentaire sur un modèle respectant généralement celui des dermatomes.



La région inguinale est une zone de faiblesse de la paroi abdominale antérieure

Durant le développement, les gonades des deux sexes descendent de leur site d'origine, le long de la paroi abdominale postérieure, pour gagner la cavité pelvienne chez la femme, et le futur scrotum chez l'homme (fig. 4.15).

Avant cette migration, un cordon tissulaire (le **gubernaculum**) passe au travers de la paroi abdominale antérieure et relie le pôle inférieur de chaque gonade aux prémices du scrotum chez l'homme, et aux grandes lèvres chez la femme (renflement labioscrotal).

Une expansion tubulaire (le **processus vaginal péritonéal**) de la cavité péritonéale ainsi que les couches musculaires de la paroi abdominale antérieure se développent le long du gubernaculum de chaque côté jusque dans les renflements labioscrotaux.

Chez l'homme, le testicule, accompagné de ses structures neurovasculaires et de son conduit déférent, descend dans le scrotum le long d'un itinéraire initialement défini par le gubernaculum, entre le processus vaginal péritonéal et les autres feuillets dérivés de la paroi abdominale. Tout ce qui reste du gubernaculum est un tissu conjonctif qui relie le pôle caudal du testicule au scrotum.

Le **canal inguinal** est le passage à travers la paroi abdominale antérieure créé par le processus vaginal péritonéal. Le **cordon spermatique** est une expansion tubulaire des couches de la paroi abdominale dans le scrotum qui contient toutes les structures allant du testicule à l'abdomen.

L'extrémité distale du cordon spermatique, en forme de sac, contient de chaque côté le testicule, les structures associées et, maintenant, une partie isolée de la cavité péritonéale (cavité de la tunique vaginale).

Chez la femme, les gonades descendent jusqu'à une position située à l'intérieur de la cavité pelvienne et ne passent jamais à travers la paroi abdominale antérieure. Par conséquent, la seule structure importante, qui passe à travers le canal inguinal, est un reliquat du gubernaculum (ligament rond de l'utérus).

Chez l'homme comme chez la femme, l'aine (région inguinale) est une zone de faiblesse de la paroi abdominale (fig. 4.15) et est le site des hernies inguinales.

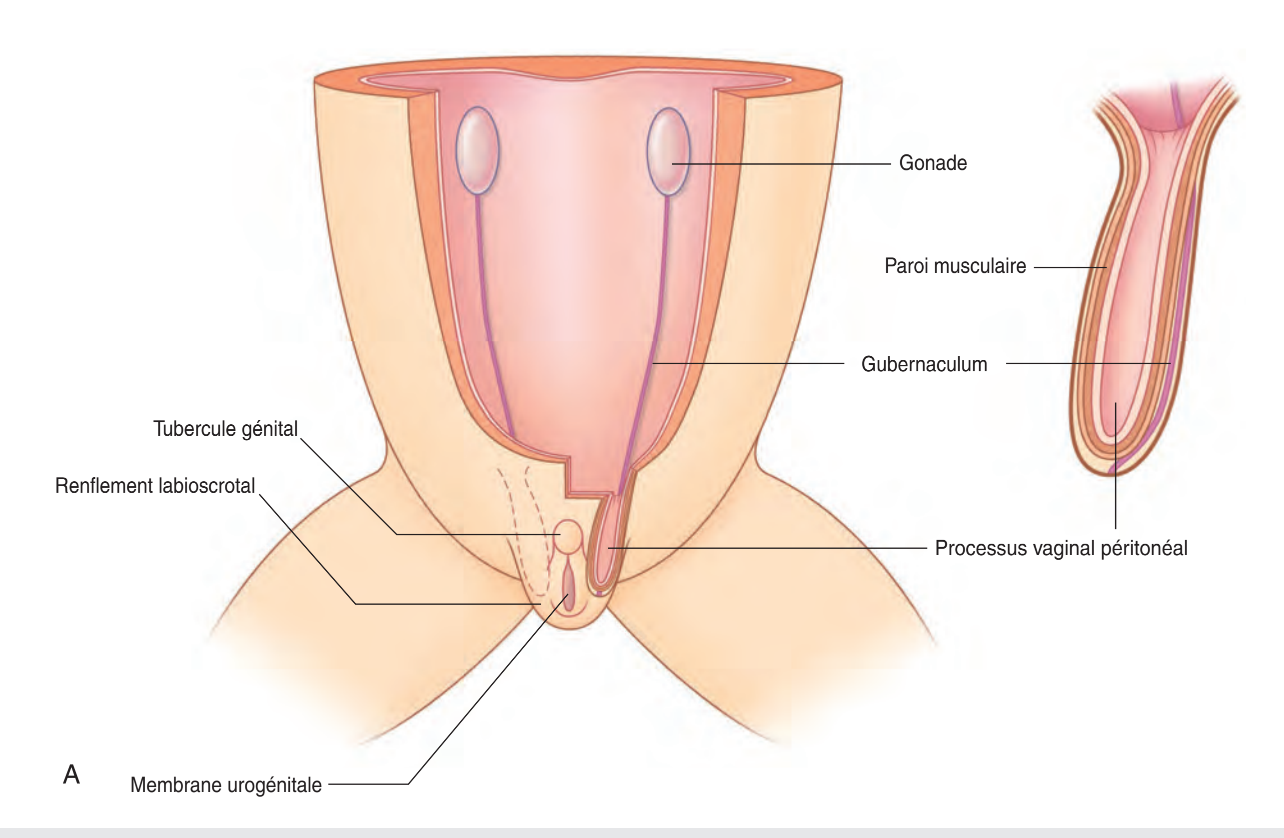


Figure 4.15 Région inguinale. **A.** Développement. Région inguinale.

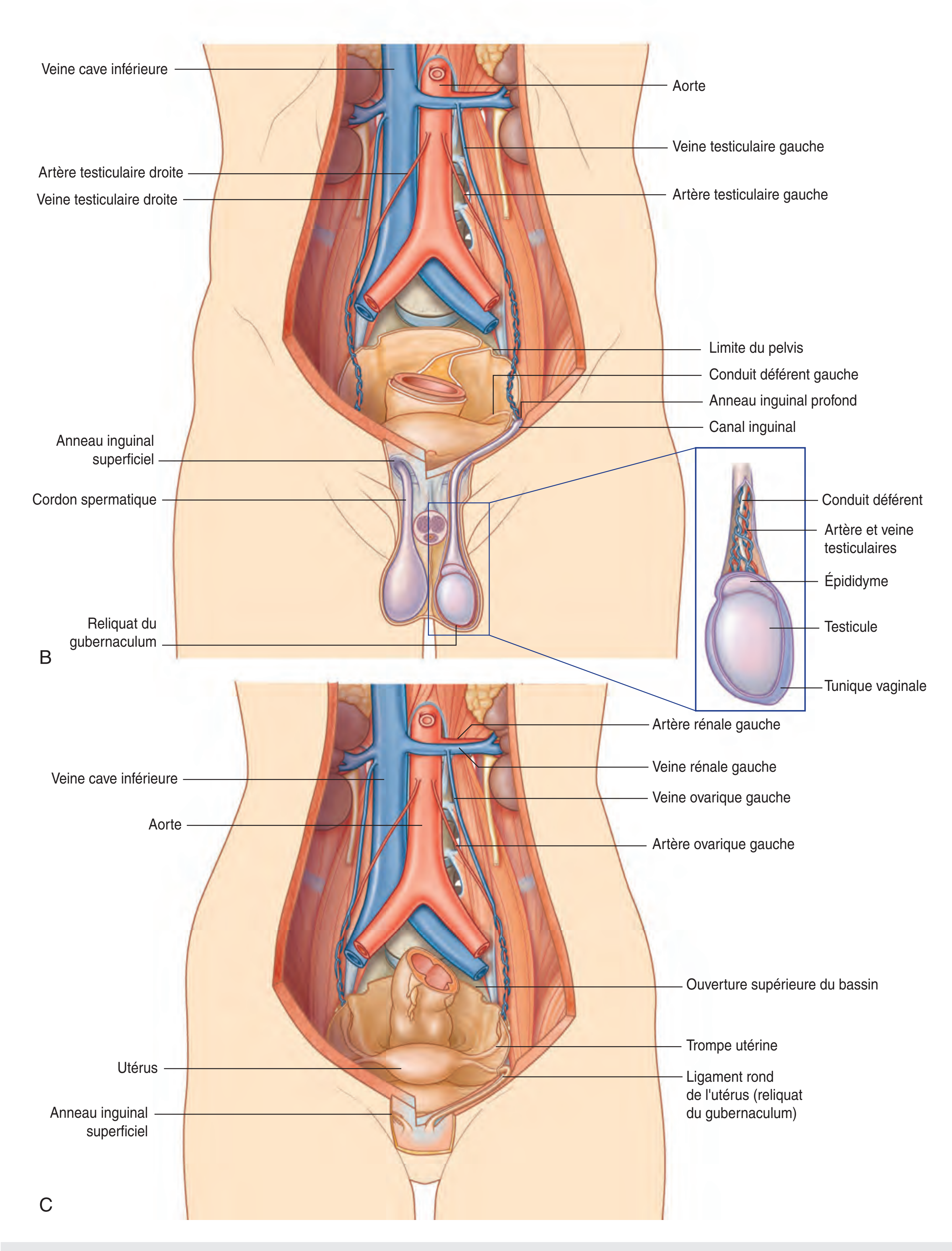


Figure 4.15 Suite. B. Chez l'homme. **C.** Chez la femme.



Niveau vertébral LI

Le plan transpylorique est un plan horizontal qui traverse le corps au niveau de la face inférieure de LI (fig. 4.16).

- Il se situe à mi-distance entre l'incisure jugulaire et la symphyse pubienne, et croise le rebord costal de chaque côté au niveau du 9e cartilage costal ;
- Il passe au niveau de l'abouchement de l'estomac dans le duodénum (orifice pylorique), qui se situe sur la droite du corps de LI ; le duodénum prend ensuite la forme d'un C sur la paroi abdominale postérieure et croise la ligne médiane pour s'aboucher dans le jéjunum à la gauche du corps de la vertèbre LII ; la tête du pancréas est entourée par la boucle du duodénum, et le corps du pancréas s'étend au-delà de la ligne médiane vers la gauche.
- Il passe à travers le corps du pancréas.
- Il marque approximativement la position des hiles des reins ; comme le rein gauche est situé légèrement plus haut que le rein droit, le plan transpylorique passe au niveau de la partie inférieure du hile rénal gauche et de la partie supérieure du hile rénal droit.

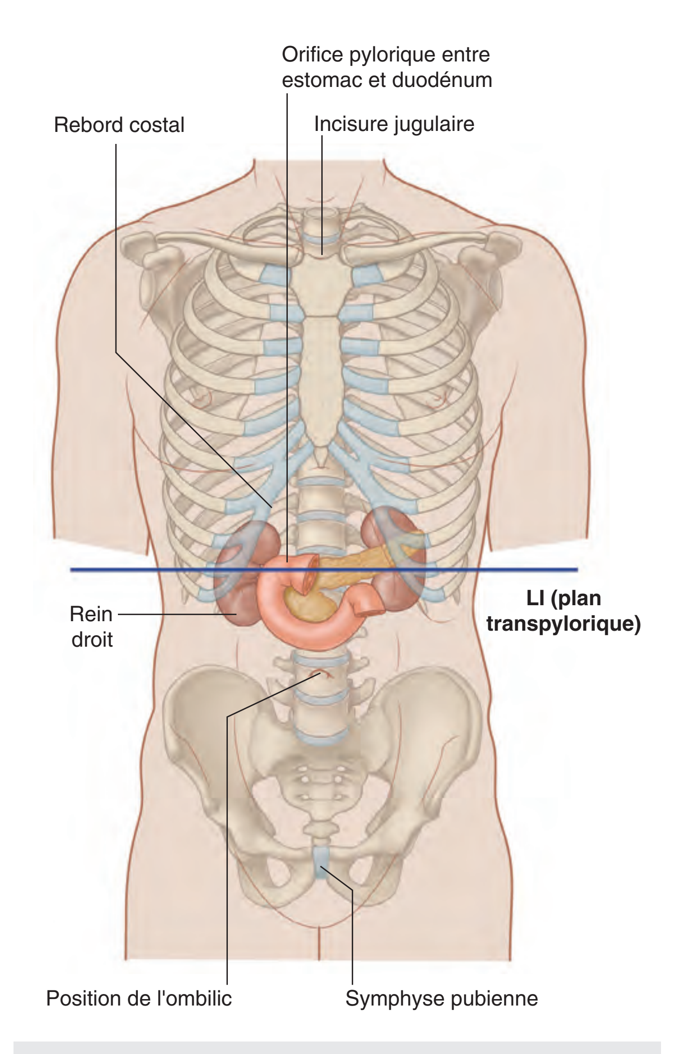


Figure 4.16 Niveau vertébral LI.

L'appareil gastro-intestinal et ses dérivés sont vascularisés par trois artères principales

Trois larges artères impaires proviennent de la face antérieure de l'aorte abdominale et assurent la vascularisation de la partie intra-abdominale du tractus gastro-intestinal et de toutes les structures (foie, pancréas et vésicule biliaire) embryologiquement issues de cette partie de l'intestin (fig. 4.17). Ces artères passent à travers les dérivés des mésentères ventral et dorsal avant de gagner les viscères cibles. Ces vaisseaux vascularisent également d'autres structures telles que la rate ou les nœuds lymphatiques qui se développent dans les mésentères. Ces trois artères sont :

- le **tronc cœliaque**, qui naît de l'aorte abdominale au niveau du bord supérieur de la vertèbre LI, et qui vascularise l'intestin antérieur ;
- l'**artère mésentérique supérieure**, qui provient de l'aorte abdominale en regard du bord inférieur de la vertèbre LI et qui assure la vascularisation de l'intestin moyen ;
- l'**artère mésentérique inférieure**, qui naît de l'aorte abdominale approximativement au niveau de LIII et qui vascularise l'intestin terminal.

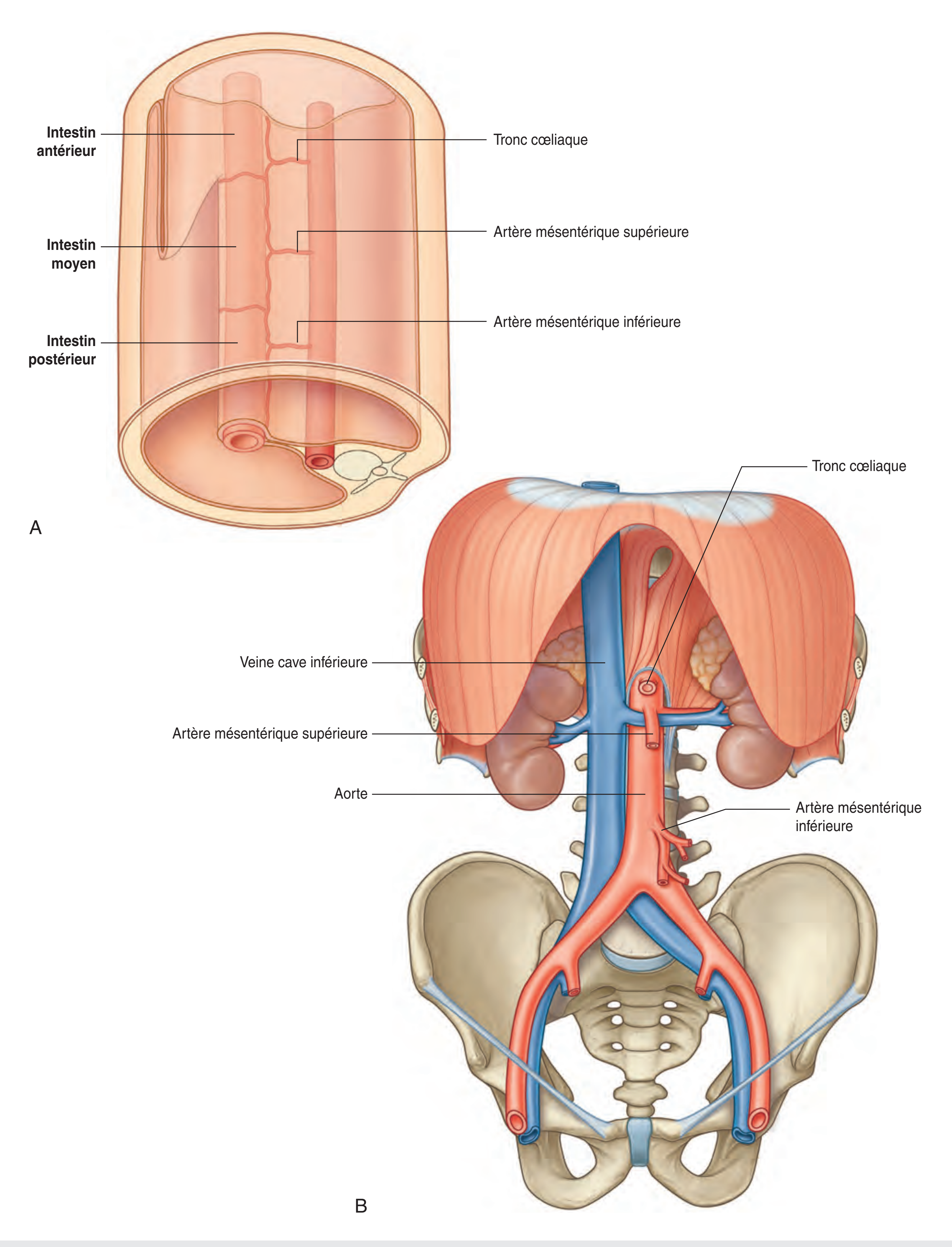


Figure 4.17 Vascularisation de l'appareil digestif. **A.** Rapport des vaisseaux à destinée digestive et des mésentères. **B.** Vue antérieure.



Drainage veineux gauche–droite

Le sang de la circulation générale (ensemble du corps humain sauf les poumons) revient au cœur dans l'atrium droit. La veine cave inférieure est le système veineux principal de l'abdomen ; elle assure le retour sanguin de cette région ainsi que du pelvis, du périnée et des membres inférieurs (fig. 4.18).

La veine cave inférieure se situe sur le flanc droit de la colonne vertébrale ; elle sort de l'abdomen à travers un orifice diaphragmatique central, tendineux, approximativement à la hauteur de la vertèbre dorsale TVIII. Un certain nombre de gros vaisseaux croisent la ligne médiane et permettent d'acheminer le sang de la partie gauche du corps vers la veine cave inférieure :

- l'un des principaux est la veine rénale gauche, qui assure le drainage veineux du rein, de la glande surrénale et de la gonade homolatérale ;
- un autre de ces vaisseaux est la veine iliaque commune, qui croise la ligne médiane en regard de la vertèbre LV et rejoint son homologue droit pour former la veine cave

Figure 4.18 Drainage veineux gauche-droite.

inférieure. Ces veines drainent les membres inférieurs, le pelvis, le périnée et une partie de la paroi abdominale ;

- d'autres vaisseaux croisent la ligne médiane, comme les veines lombales gauches, qui drainent le dos et la paroi abdominale postérieure du côté gauche.

La totalité du sang veineux provenant du tractus gastro-intestinal passe à travers le foie

Le sang provenant des organes abdominaux de l'appareil gastro-intestinal, et de la rate, passe à travers un second réseau vasculaire, dans le foie, avant de retourner au cœur (fig. 4.19).

Le sang veineux du tractus gastro-intestinal, du pancréas, de la vésicule biliaire et de la rate pénètre dans le foie, à sa face inférieure, à travers une grosse veine, la **veine porte**. Cette veine se ramifie ensuite comme une artère et distribue le sang à de petits sinusoïdes hépatiques recouverts d'endothélium, qui forment le réseau d'échange vasculaire du foie.

Après ce passage dans les sinusoïdes, le sang est collecté dans les **veines hépatiques**, qui sont de courtes veines s'abouchant dans la veine cave inférieure juste avant que celle-ci traverse le diaphragme et se jette dans l'atrium droit.

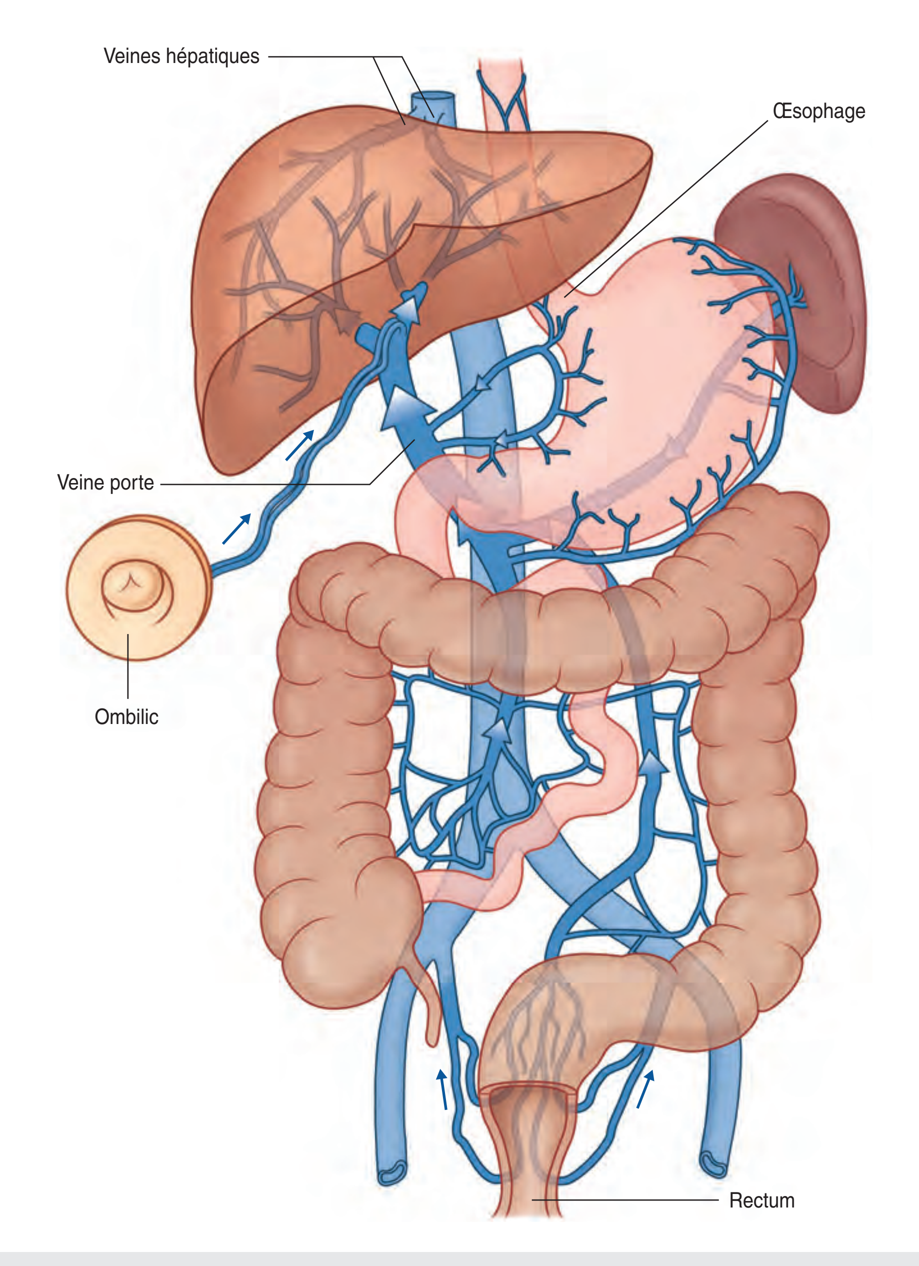


Figure 4.19 Système porte.

Physiologiquement, il existe des anastomoses, assurées par de petites veines, entre les réseaux vasculaires drainés par le système porte et les réseaux vasculaires systémiques, dépendant directement de la veine cave supérieure ou de la veine cave inférieure.

Anastomoses porto-cave

Parmi les différentes régions d'anastomoses entre les systèmes porte et cave, les plus importantes sont situées dans l'abdomen, à chaque extrémité du tube digestif :

- au niveau de l'extrémité inférieure de l'œsophage ;
- au niveau de la partie inférieure du rectum.

Des petites veines accompagnant les reliquats de la veine ombilicale (**ligament rond du foie**) forment également une importante anastomose porto-cave.

Le ligament rond du foie relie l'ombilic, situé sur la paroi abdominale antérieure, à la branche gauche de la veine porte lorsque celle-ci pénètre le foie. Les petites veines accompagnant ce ligament constituent une connexion entre le système porte et les régions paraombilicales de la paroi abdominale, qui sont drainées par des veines systémiques.

D'autres régions anatomiques sont le lieu d'anastomose porto-cave ; ces anastomoses péritonéopariétales se situent :

- au niveau de la face diaphragmatique du foie (où le foie est en contact direct avec le diaphragme) ;
- au sein de zones où la paroi du tractus gastro-intestinal est en contact direct avec la paroi postérieure de l'abdomen (segments rétropéritonéaux de l'intestin grêle et du côlon) ;
- à la face postérieure du pancréas (une grande part du pancréas est rétropéritonéale).

Blocage de la veine porte ou du réseau vasculaire intrahépatique

Un blocage de la veine porte ou du réseau vasculaire intrahépatique peut affecter le schéma du retour veineux des organes intra-abdominaux du tractus gastro-intestinal. Ainsi, les vaisseaux formant les anastomoses porto-cave, normalement grêles, peuvent se développer considérablement, devenir larges et tortueux, permettant alors au sang du système porte d'éviter le foie, de se drainer dans le système cave et de retourner ainsi au cœur. L'hypertension portale peut avoir pour conséquence l'apparition de varices œsophagiennes et rectales, et des dilatations veineuses sous-cutanées para-ombilicales visibles sur la paroi abdominale dites « en tête de méduse », où les vaisseaux systémiques rayonnant à partir des veines paraombilicales se développent et, deviennent visibles sur la paroi abdominale.

Les viscères abdominaux sont innervés par un important plexus prévertébral

L'innervation des viscères abdominaux est assurée par un large plexus prévertébral, principalement en rapport avec les faces antérieure et latérales de l'aorte (fig. 4.20). Les rameaux de ce plexus se distribuent aux organes cibles le long des vaisseaux issus de l'aorte abdominale.

Le plexus prévertébral est formé de fibres sympathiques, parasymphatiques et sensitives :

- les fibres sympathiques ont pour origine la moelle spinale, des niveaux T5 à L2 ;
- les fibres parasympathiques sont le nerf vague (X) et les racines médullaires S2 à S4 ;
- les fibres viscérales sensitives sont généralement parallèles aux fibres motrices.

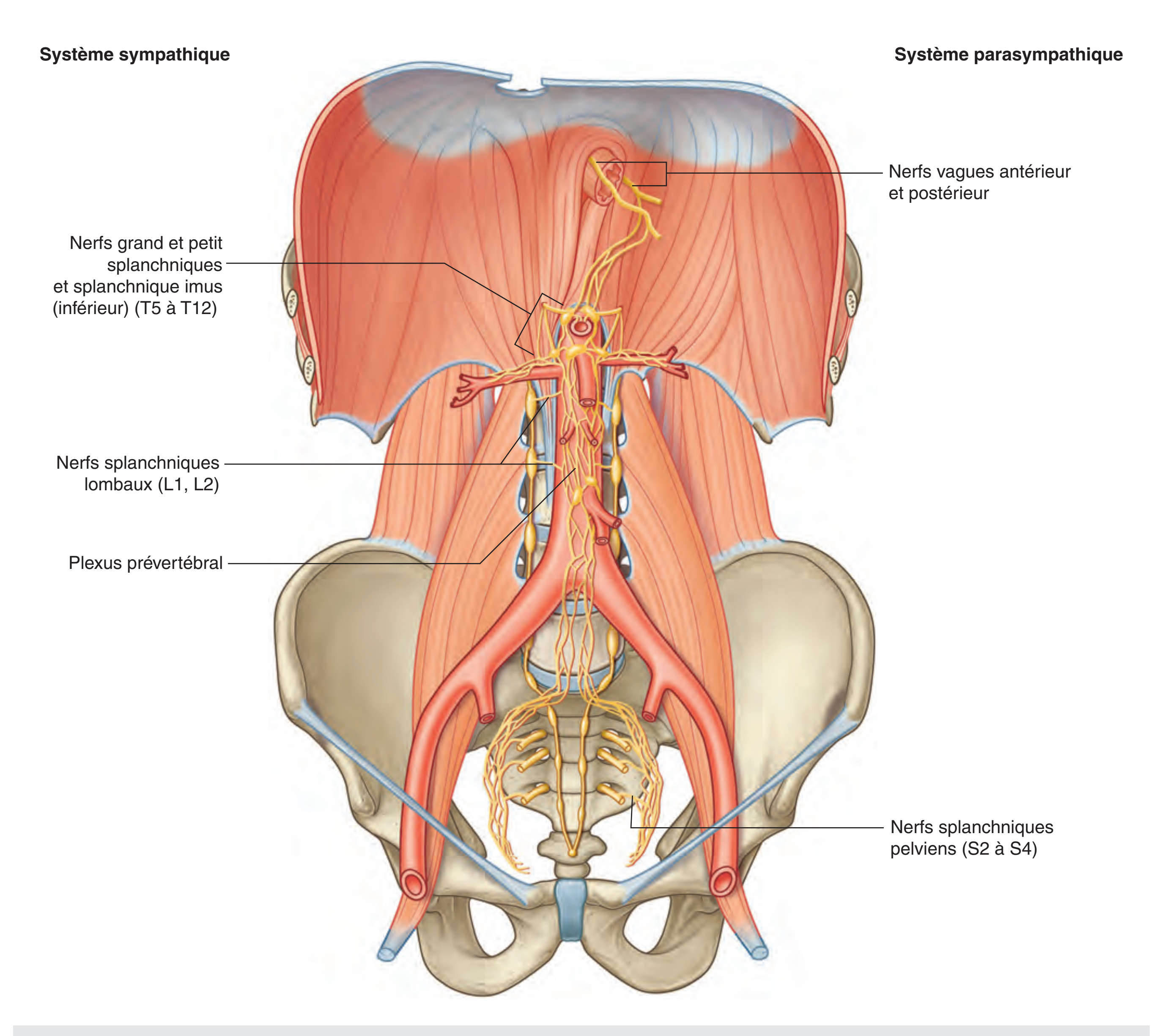


Figure 4.20 Plexus prévertébral.

Anatomie régionale

L'abdomen est la partie du tronc située sous le thorax (fig. 4.21). Ses parois musculomembraneuses entourent une cavité (la **cavité abdominale**), limitée en haut par le diaphragme et en bas par l'ouverture supérieure du bassin.

La cavité abdominale peut s'étendre vers le haut jusqu'au 4e espace intercostal, et se poursuit vers le bas par la cavité pelvienne. Elle contient la **cavité péritonéale** et les viscères abdominaux.

ANATOMIE TOPOGRAPHIQUE

Des divisions topographiques de l'abdomen sont utilisées pour décrire la localisation des organes abdominaux et les douleurs associées aux troubles abdominaux. Deux schémas sont souvent utilisés :

- un modèle à quatre quadrants ;
- un modèle à neuf régions.

Modèle à quatre quadrants

Un plan horizontal passant par l'ombilic et le disque intervertébral LIII-LIV croise le plan vertical médian et divise l'abdomen en quatre quadrants : un quadrant supérieur droit, un quadrant inférieur droit, un quadrant supérieur gauche et un quadrant inférieur (fig. 4.22).

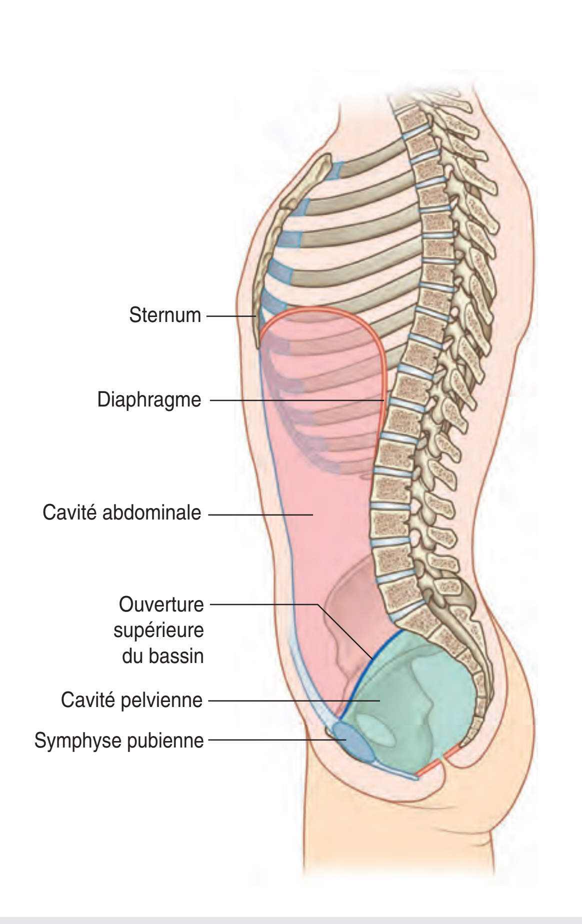


Figure 4.21 Limites de la cavité abdominale.

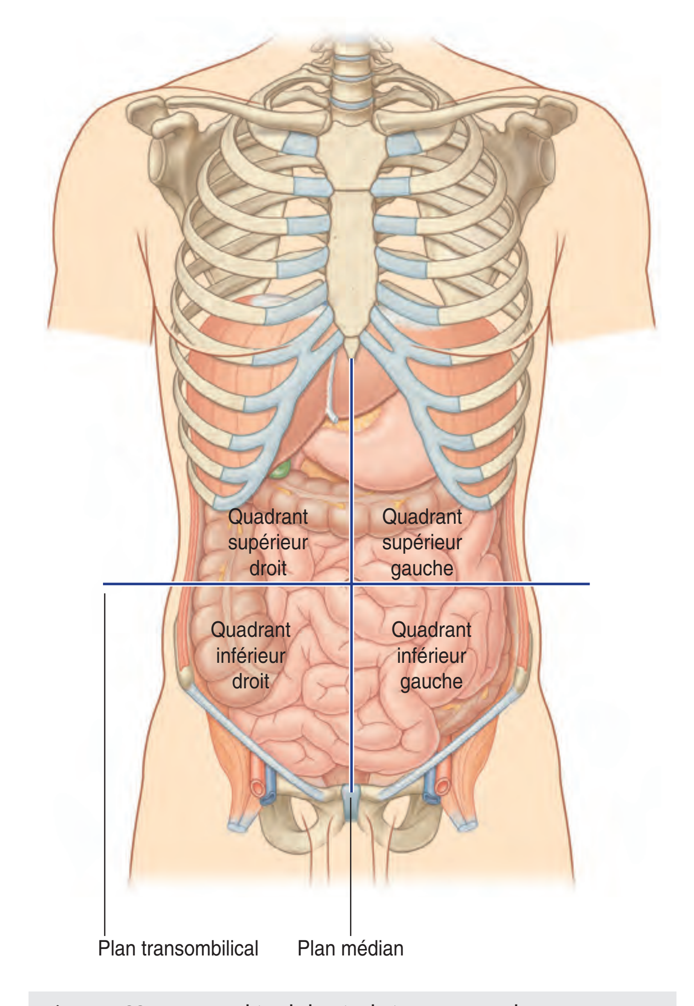


Figure 4.22 Topographie abdominale à quatre quadrants.

Modèle à neuf régions

Le modèle à neuf régions est fondé sur deux plans horizontaux et deux plans verticaux (fig. 4.23) :

- le plan horizontal supérieur (**plan subcostal**) est situé immédiatement sous le rebord costal, à la hauteur du bord inférieur de la 10e côte, et passe en arrière au niveau du corps vertébral de LIII (à noter que, parfois, ce plan peut être remplacé par le **plan transpylorique**, situé à mi-distance entre l'incisure jugulaire et la symphyse pubienne, ou à mi-distance entre l'extrémité inférieure du corps du sternum et l'ombilic, passant en arrière au niveau du bord inférieur de la vertèbre LI et croisant le rebord costal en regard de l'extrémité cartilagineuse de la 9e côte) ;
- le plan horizontal inférieur (**plan intertuberculaire**) joint les tubercules des deux crêtes iliaques, qui sont des structures palpables situées 5 cm en arrière des épines iliaques antérosupérieures, et se poursuit en arrière au niveau du corps vertébral de LV ;
- les plans verticaux passent par le milieu des clavicules et, en bas, par un point situé à mi-distance entre l'épine iliaque antérosupérieure et la symphyse pubienne.

Ces quatre plans établissent une organisation topographique à neuf régions. Les désignations suivantes sont utilisées pour chaque région : en haut, l'hypochondre droit, la région épigastrique et l'hypochondre gauche ; en bas, l'aine (région inguinale) droite, la région pubienne et l'aine (région inguinale) gauche ; et au milieu le flanc droit (région latérale), la région ombilicale et le flanc gauche (région latérale) (fig. 4.23).

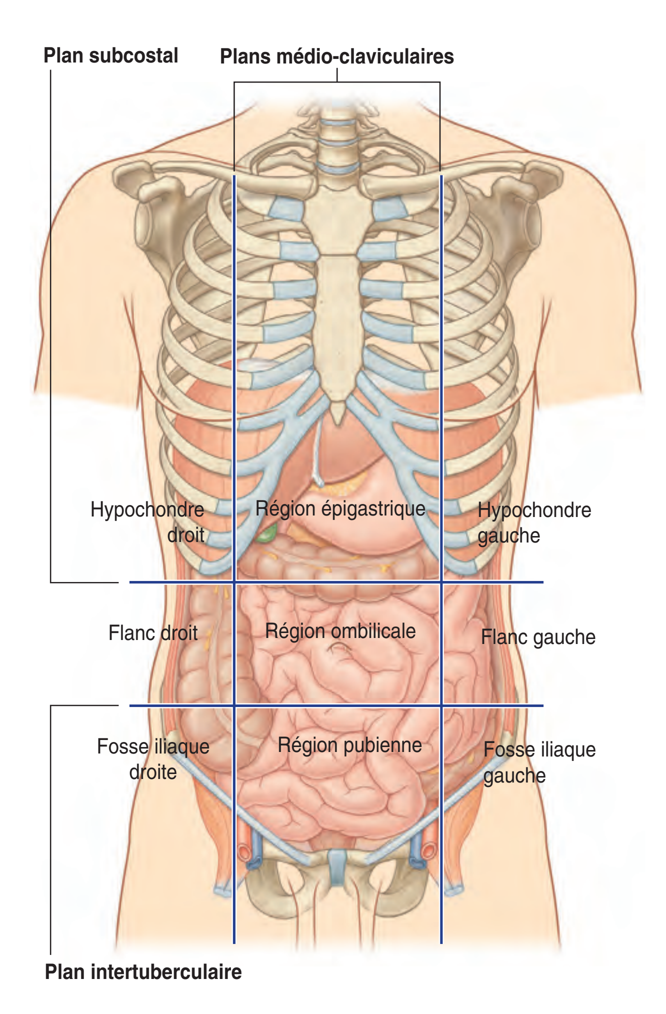


Figure 4.23 Modèle d'organisation en neuf régions.

En clinique

Incisions chirurgicales

L'accès à l'abdomen et à son contenu est généralement obtenu par une incision réalisée à travers la paroi antérieure de l'abdomen. Traditionnellement, cette incision est placée en regard de la région d'intérêt. Sa taille est habituellement assez large pour permettre un bon accès et une exposition optimale de la cavité abdominale. Grâce au développement de l'anesthésie et à la diffusion des médicaments myorelaxants, les incisions abdominales sont devenues plus petites.

L'incision de l'abdomen la plus utilisée est une incision centrale, craniocaudale, allant du processus xiphoïde à la symphyse pubienne ; celle-ci donne un vaste accès à la totalité des organes intra-abdominaux, et permet de réaliser l'exploration de la cavité abdominale (laparotomie).



En chirurgie clinique laparoscopique

La chirurgie laparoscopique, aussi appelée chirurgie mimi-invasive, est réalisée au moyen de petites incisions de 1 à 2 cm de long. Comme les incisions sont beaucoup plus petites que celles de la chirurgie abdominale traditionnelle, les patients présentent moins de douleurs post-opératoires et une convalescence plus courte. Les conséquences esthétiques sont également moindres avec des cicatrices plus courtes. Différentes interventions chirurgicales comme l'appendicectomie, la cholécystectomie ou la cure de hernie sont maintenant régulièrement pratiquées en laparoscopie, de même que de nombreuses interventions orthopédiques, urologiques et gynécologiques.

Durant l'intervention, une caméra, aussi appelée laparoscope, est utilisée pour transmettre des images magnifiées, en direct, du champ opératoire sur un écran vu par le chirurgien. La caméra est introduite dans la cavité abdominale à travers une petite incision, appelée orifice de trocart, généralement près de l'ombilic. Afin de créer suffisament d'espace pour réaliser l'intervention, la paroi abdominale est dilatée en insufflant du gaz dans la cavité, en général du dioxyde de carbone. De fins instruments chirurgicaux sont alors introduits à travers des orifices de trocart supplémentaires et permettent au chirurgien d'opérer. Le positionnement de ces orifices de trocart est méticuleusement planifié afin d'avoir le meilleur accès possible au champ opératoire. La chirurgie laparoscopique a été renforcée par l'utilisation des robots chirurgicaux. Avec ces systèmes, le chirurgien manipule les instruments chirurgicaux indirectement au moyen de bras robotisés, qui sont introduits dans le champ opératoire par de petites incisions. La chirurgie assistée par robot est maintenant fréquemment réalisée dans le monde entier et a aidé à surmonter quelques facteurs limitants de la laparoscopie en perfectionnant la dextérité du chirurgien. Le système robotique est précis, il apporte au chirurgien une vue tridimensionnelle du champ opératoire et permet d'améliorer le degré de rotation et la manipulation des instruments chirurgicaux. Différentes interventions comme la prostatectomie et la cholécystectomie sont maintenant réalisées avec cette méthode. La chirurgie laparoendoscopique à site unique ou LESS est l'avancée la plus récente en chirurgie laparoscopique. Cette méthode utilise une seule incision, généralement ombilicale, afin d'introduire un trocart avec plusieurs canaux opératoires et peut être réalisée avec ou sans l'assistance d'un robot. Les bénéfices attendus sont une douleur post-opératoire moindre, un temps de convalescence plus court et un résultat esthétique meilleur que celui de la chirurgie laparoscopique traditionnelle.

PAROI ABDOMINALE

La paroi abdominale couvre une large surface. Elle est limitée en haut par le processus xiphoïde et le rebord costal, en arrière par la colonne vertébrale et en bas par les parties supérieures des os pelviens. Les feuillets qui la constituent sont la peau, le fascia superficialis (tissus sous-cutanés), les muscles et leurs fascias, le fascia extrapéritonéal et le péritoine pariétal (fig. 4.24).

Fascia superficiel

Le fascia superficiel de la paroi abdominale (tissu sous-cutané de l'abdomen) est un feuillet de tissu conjonctif graisseux. C'est habituellement un feuillet simple, semblable et en continuité avec le fascia superficiel recouvrant les autres régions du corps. Cependant, dans la région inférieure de la paroi abdominale antérieure, sous l'ombilic, ce feuillet peut être double : un feuillet superficiel adipeux et un feuillet profond membraneux.

Feuillet superficiel

Le feuillet superficiel adipeux du fascia superficiel (**fascia de Camper**) contient de la graisse en épaisseur variable (fig. 4.25 et fig. 4.26). Il se poursuit au-dessus du ligament inguinal avec le fascia superficiel de la cuisse, et avec un feuillet similaire au niveau du périnée.

Chez l'homme, le feuillet superficiel se continue sur le pénis et, après avoir perdu son panicule adipeux et fusionné avec le feuillet profond du fascia superficiel, se poursuit au niveau du scrotum où il forme un fascia particulier contenant des fibres musculaires lisses (le **dartos**). Chez la femme, ce feuillet superficiel contient de la graisse et participe à la constitution de la grande lèvre.

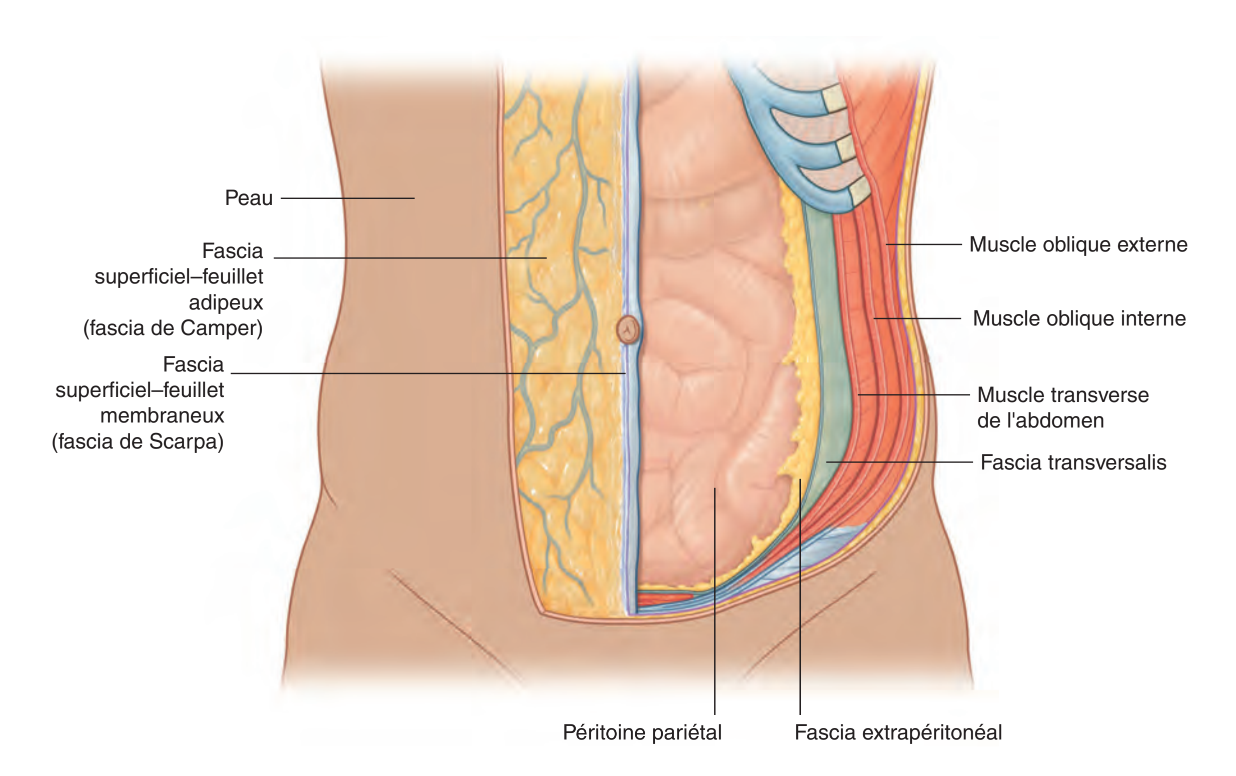


Figure 4.24 Feuillets de la paroi abdominale.

Feuillet profond

Le feuillet profond membraneux du fascia superficiel (**fascia de Scarpa**) est fin et membraneux ; il contient peu ou pas de graisse (fig. 4.25). En bas, il se poursuit au niveau de la cuisse, juste sous le ligament inguinal, et fusionne avec le fascia profond de la cuisse (le **fascia lata** ; fig. 4.26). Sur la ligne médiane, il s'insère fermement sur la ligne blanche et sur la symphyse pubienne. Il se prolonge à la partie antérieure du périnée où il est fixé à la branche ischiopubienne et au bord postérieur de la membrane périnéale. À ce niveau, il est désigné sous le nom de **fascia périnéal superficiel** (**fascia de Colles**).

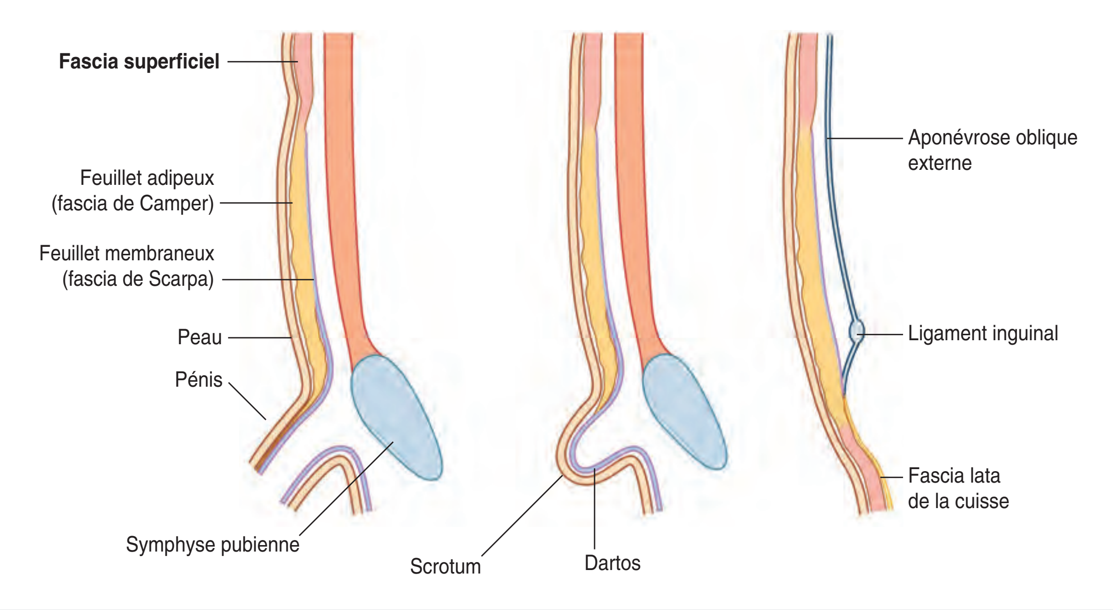


Figure 4.25 Fascia superficiel.

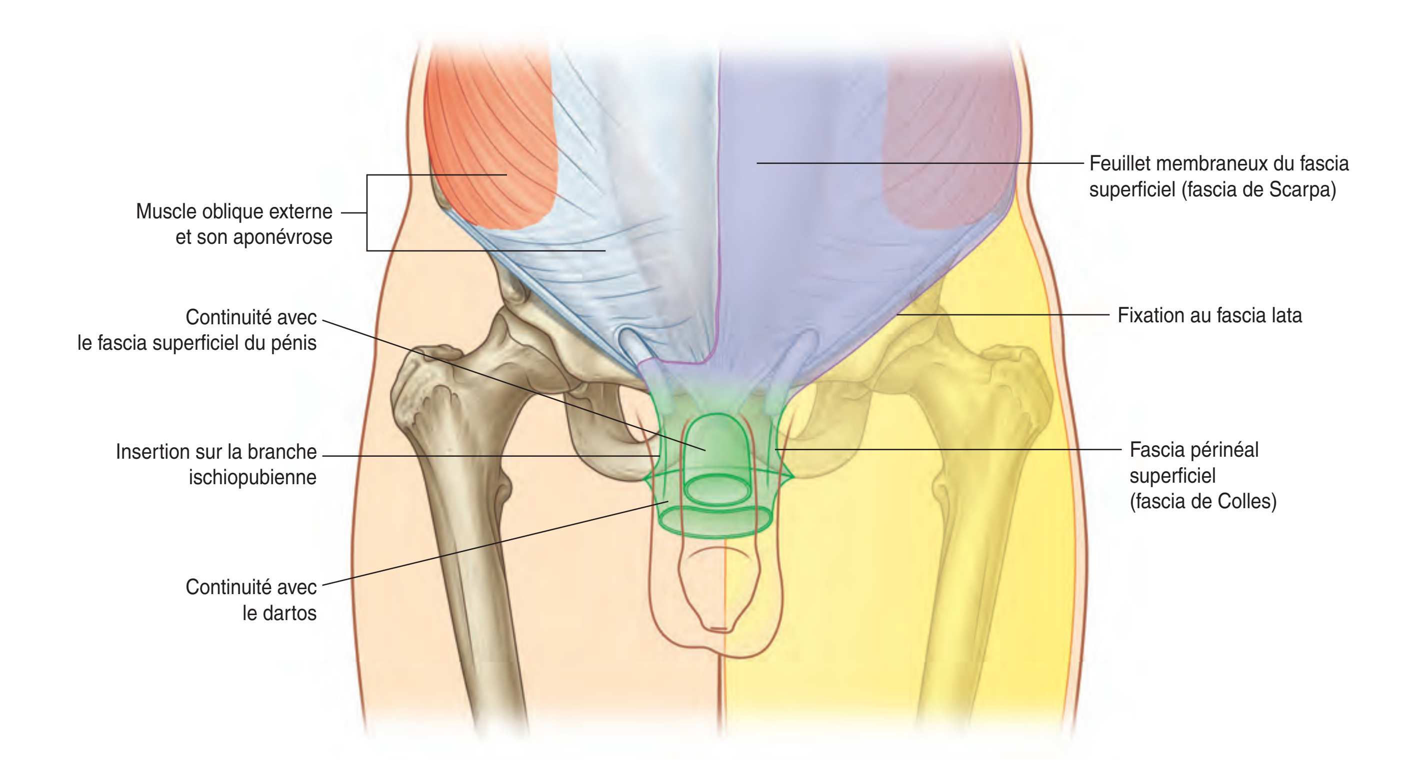


Figure 4.26 Continuité du feuillet membraneux du fascia superficiel au niveau d'autres régions anatomiques.

Chez l'homme, le feuillet profond membraneux du fascia superficiel fusionne avec le feuillet superficiel lorsqu'ils passent au-dessus du pénis, formant ainsi le fascia superficiel du pénis ; ils continuent au niveau du scrotum où ils constituent le dartos (fig. 4.25). Également chez l'homme, des expansions du feuillet profond membraneux du fascia superficiel, amarrées à la symphyse pubienne, se prolongent vers le bas sur le dorsum et les côtés du pénis pour former le **ligament fundiforme du pénis**. Chez la femme, le feuillet membraneux du fascia superficiel se prolonge au niveau des grandes lèvres et à la partie antérieure du périnée.

Paroi musculaire antérolatérale

La paroi musculaire antérolatérale de l'abdomen est composée de cinq muscles pairs :

- trois muscles larges, dont les fibres s'insèrent postérolatéralement, se dirigent vers l'avant et se prolongent sur la ligne médiane par une aponévrose ; ce sont le muscle oblique externe, le muscle oblique interne et le muscle transverse de l'abdomen ;
- deux muscles verticaux, proches de la ligne médiane, sont contenus dans une gaine tendineuse formée par les aponévroses des muscles larges – les muscles droit de l'abdomen et pyramidal.

Chacun de ces cinq muscles a une action spécifique, mais ensemble, ils constituent un élément essentiel au maintien de nombreuses fonctions physiologiques. Par leur position, ils forment une paroi ferme mais flexible qui contient les viscères abdominaux dans la cavité abdominale, protège ceux-ci des traumatismes, et participe au maintien de leur position en station érigée contre l'action de la pesanteur.

De plus, la contraction de ces muscles joue un rôle lors de l'expiration forcée en poussant les viscères vers le haut (ce qui participe à repousser le diaphragme plus loin dans la cavité thoracique), lors de la toux ou du vomissement.

Tous ces muscles sont également impliqués dans les actions où la pression intra-abdominale est augmentée, comme l'accouchement, la miction ou la défécation.

Muscles larges

Muscle oblique externe

Le muscle le plus superficiel des trois muscles larges de la paroi musculaire antérolatérale de l'abdomen est le muscle **oblique externe**, situé immédiatement sous le fascia superficiel (fig. 4.27, tableau 4.1). Ses fibres musculaires, s'insérant sur les faces latérales de la cage thoracique, ont une direction oblique en bas et en dedans, et se prolongent vers la ligne médiane par une large aponévrose à la partie antérieure de la

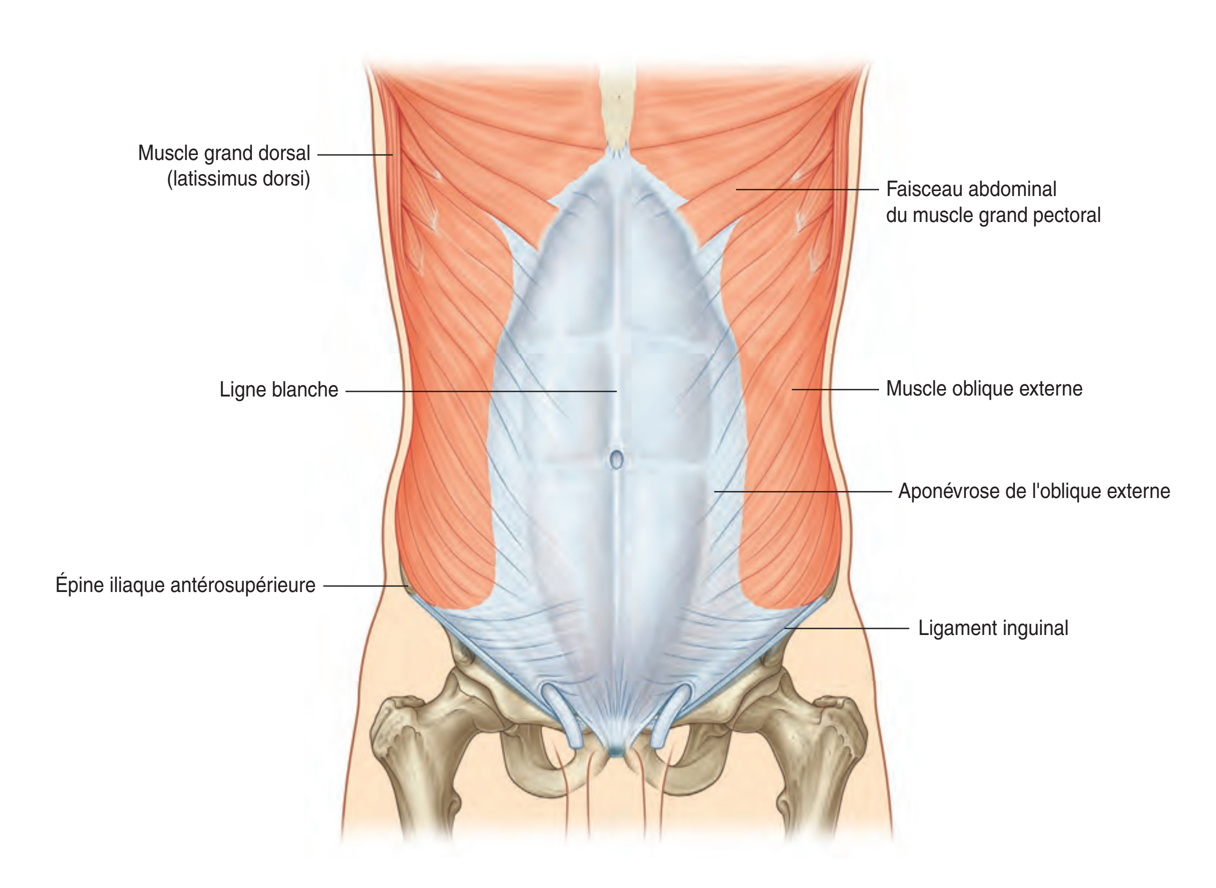


Figure 4.27 Muscle oblique externe et son aponévrose.

paroi abdominale. Près de la ligne médiane, les aponévroses se confondent pour former la ligne blanche, tendue verticalement du processus xiphoïde à la symphyse pubienne.

Ligaments associés

Le bord inférieur de l'aponévrose de l'oblique externe constitue de chaque côté le **ligament inguinal** (fig. 4.27). Le bord libre de l'aponévrose oblique externe forme une arcade fibreuse, épaisse, tendue entre l'épine iliaque antérosupérieure en dehors et le tubercule pubien en dedans (fig. 4.28). Elle ferme en haut une échancrure, qui joue un rôle important dans la composition du canal inguinal. D'autres ligaments sont également constitués par des prolongements fibreux, au niveau de la partie médiale du ligament inguinal :

- le **ligament lacunaire** (**ligament de Gimbernat**) est une extension fibreuse en forme de croissant, à la partie médiale du ligament inguinal, qui se dirige vers l'arrière pour s'insérer sur le **pecten du pubis** au niveau de la branche supérieure de l'os pubien (fig. 4.28 et fig. 4.29) ;
- d'autres fibres prolongent le ligament lacunaire le long du pecten du pubis pour former le **ligament pectinéal** (**ligament de Cooper**).

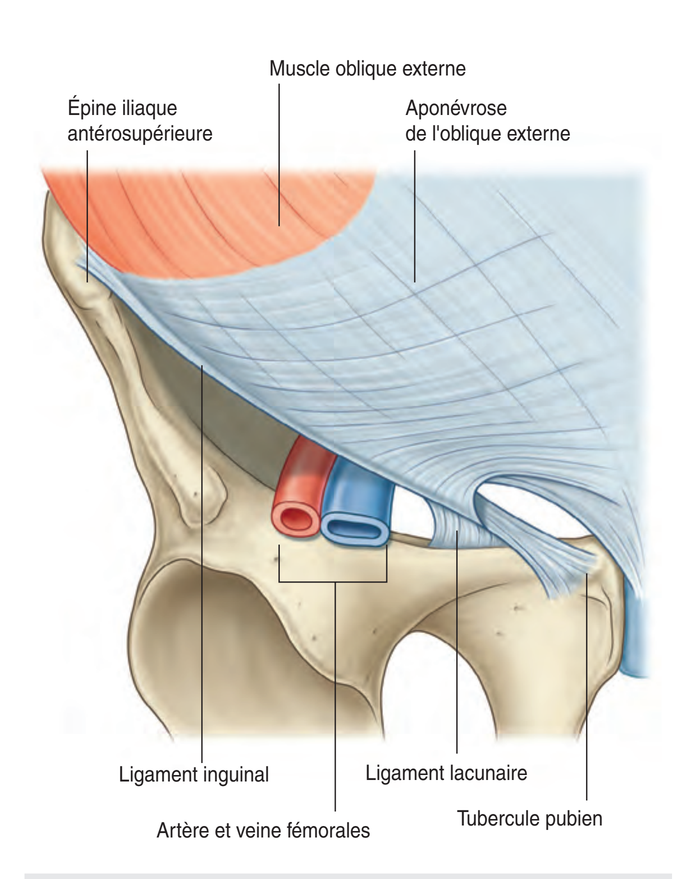


Figure 4.28 Ligaments formés par l'aponévrose oblique externe.

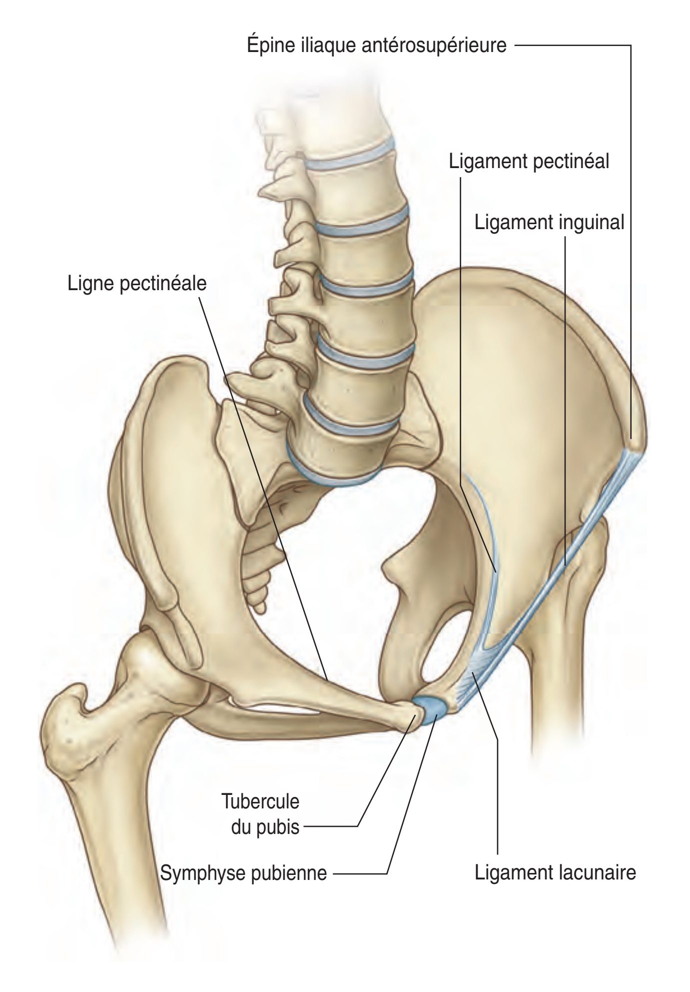


Figure 4.29 Ligaments de la région inguinale.

Muscle oblique interne

Le muscle **oblique interne**, le deuxième des trois muscles larges, est situé sous le muscle oblique externe (fig. 4.30, tableau 4.1). Ce muscle est plus petit et plus fin que l'oblique externe ; ses fibres musculaires ont globalement une orientation oblique en haut et en avant. Son corps musculaire, situé latéralement, se prolonge vers l'avant par une aponévrose qui contribue à former, sur la ligne médiane, la ligne blanche.

Muscle transverse de l'abdomen

Le **muscle transverse de l'abdomen** est situé sous l'oblique interne (fig. 4.31, tableau 4.1) ; il est nommé ainsi à cause de l'orientation globale de ses fibres. Il se termine par une aponévrose antérieure, qui contribue à former au niveau de la ligne médiane la ligne blanche.

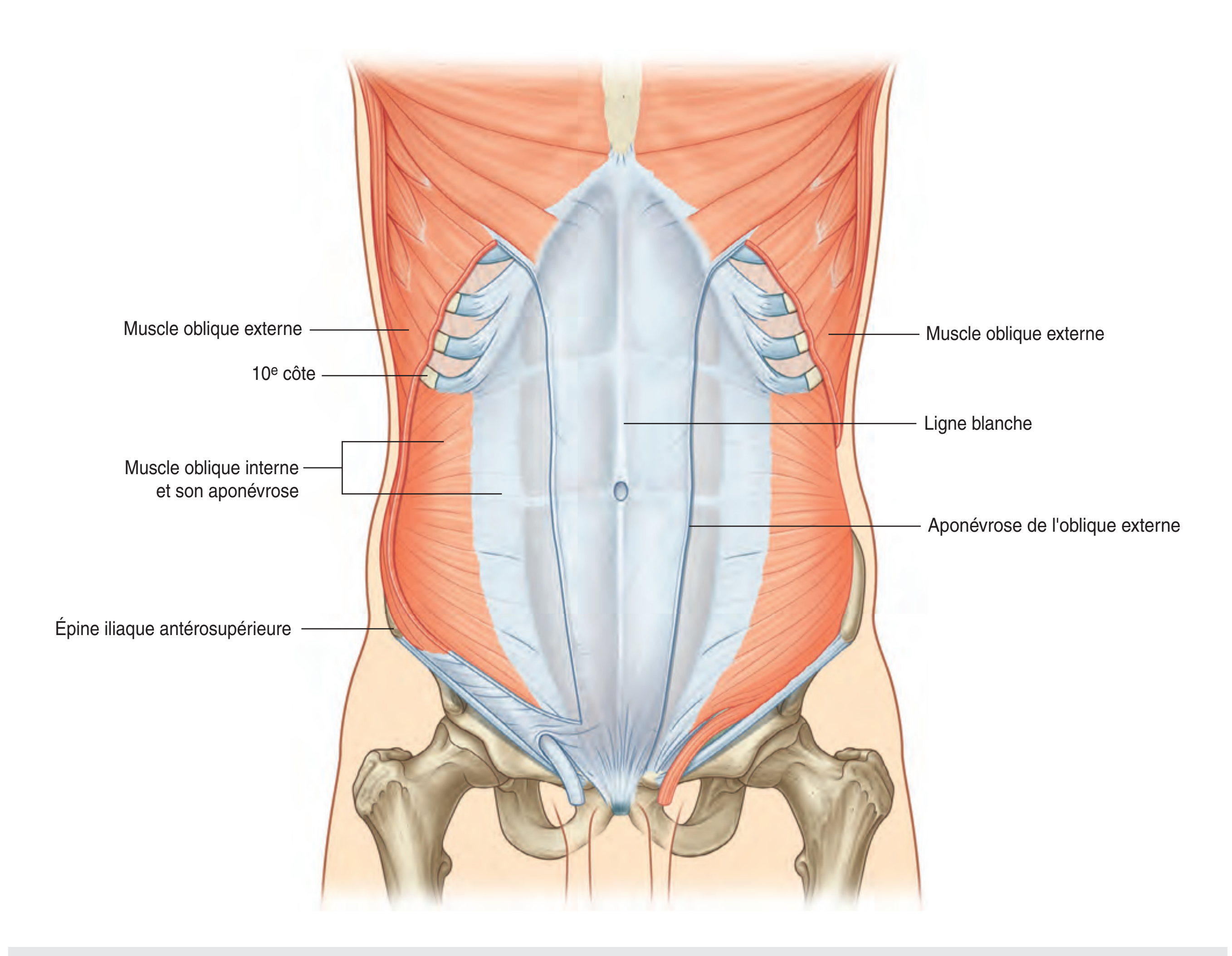


Figure 4.30 Muscle oblique interne et son aponévrose.



Figure 4.31 Muscle transverse de l'abdomen et son aponévrose.

Fascia transversalis

Chacun des trois muscles larges est enveloppé par un feuillet cellulofibreux sur ses faces antérieure et postérieure. En général, ces feuillets sont très fins, sauf le feuillet profond du muscle transverse (**fascia transversalis**), qui est bien développé.

Le fascia transversalis est un feuillet continu de fascia qui ceint la cavité abdominale et se poursuit dans la cavité pelvienne. En avant, il s'associe au fascia transversalis controlatéral sur la ligne médiane, et il se prolonge avec le fascia de la face inférieure du diaphragme. Il se poursuit en arrière avec le fascia profond recouvrant les muscles de la paroi abdominale postérieure et se fixe sur le fascia thoracolombal.

Au-delà de son insertion sur la crête iliaque, les fibres du fascia transversalis se mêlent au fascia recouvrant les muscles des régions supérieures du bassin et au fascia entourant les muscles de la cavité pelvienne. À ce niveau, on le nomme **fascia pariétal du pelvis** (ou **fascia endopelvien**).

Il existe donc un feuillet continu de fascia encerclant la cavité abdominale, épais à certains endroits, fin à d'autres, fixé ou libre, participant à la formation de structures spécialisées.

Muscles verticaux

Les deux muscles verticaux de la paroi musculaire antérolatérale de l'abdomen sont le muscle droit de l'abdomen et le muscle pyramidal (de l'abdomen) (fig. 4.32, tableau 4.1).

Muscle droit de l'abdomen

Le **muscle droit de l'abdomen** est un muscle long et plat, qui s'étend verticalement sur toute la hauteur de la paroi antérieure de l'abdomen. Ce muscle, pair, est séparé du droit

Tableau 4.1 Muscles de la paroi abdominale.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Oblique externe	Digitations musculaires sur les faces latérales des huit dernières côtes (5e à 12e côtes)	Lèvre latérale de la crête iliaque, aponévrose s'achevant dans le raphé médian (ligne blanche)	Rameaux antérieurs des six derniers nerfs spinaux thoraciques (T7 à T12)	Comprime les viscères abdominaux ; contraction bilatérale des obliques externes : flexion du tronc ; contraction unilatérale : rotation du thorax, portant sa face antérieure vers le côté opposé
Oblique interne	Fascia thoracolombal ; crête iliaque entre les terminaisons de l'oblique externe et du transverse ; deux tiers latéraux du ligament inguinal	Bord inférieur des trois ou quatre dernières côtes, aponévrose se terminant dans la ligne blanche ; crête pubienne et ligne pectinéale	Rameaux antérieurs des six derniers nerfs spinaux thoraciques (T7 à T12) et L1	Comprime les viscères abdominaux ; contraction bilatérale des obliques internes : flexion du tronc ; contraction unilatérale : rotation du thorax portant sa face antérieure du côté du muscle
Transverse de l'abdomen	Fascia thoracolombal ; lèvre interne de la crête iliaque ; tiers latéral du ligament inguinal ; arcs costaux des six dernières côtes (7e à 12e côtes)	Aponévrose se terminant sur la ligne blanche ; crête du pubis et ligne pectinéale	Rameaux antérieurs des six derniers nerfs spinaux thoraciques (T7 à T12) et L1	Comprime les viscères abdominaux
Droit de l'abdomen	Crête du pubis, tubercule pubien et symphyse pubienne	Cartilages costaux des 5e, 6e, 7e côtes ; processus xiphoïde	Rameaux antérieurs des six derniers nerfs spinaux thoraciques (T7 à T12)	Comprime les viscères abdominaux ; fléchit la colonne vertébrale ; tend la paroi abdominale
Pyramidal	Symphyse pubienne et pecten du pubis	Ligne blanche	Rameau antérieur du nerf spinal T12	Tend la ligne blanche

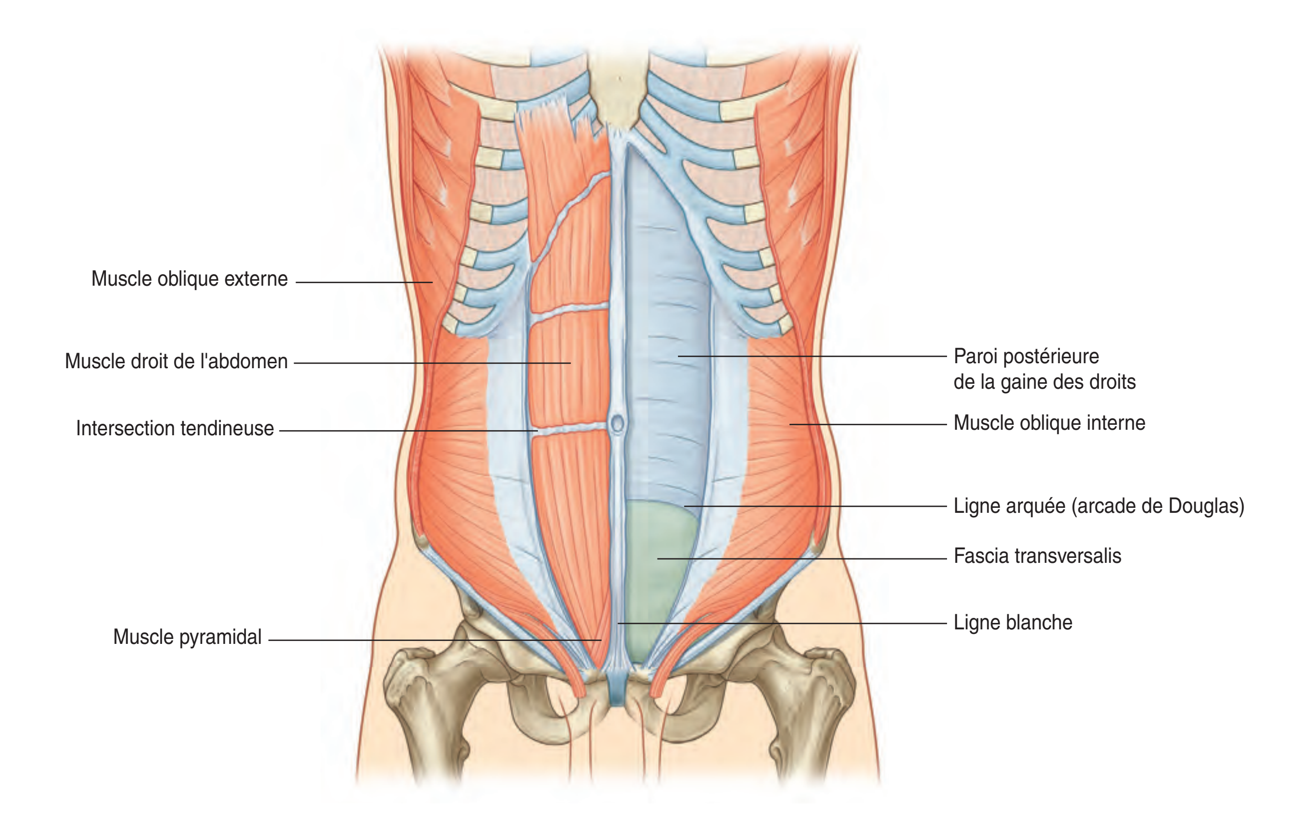


Figure 4.32 Muscles droit de l'abdomen et pyramidal.

controlatéral, au niveau de la ligne médiane, par la ligne blanche ; tendu de la symphyse pubienne au rebord costal, il devient plus large et plus mince vers le haut. Son corps musculaire est interrompu par trois à quatre bandes fibreuses transversales appelées **intersections tendineuses** (fig. 4.32). Celles-ci sont aisément visibles chez les individus ayant des grands droits bien musclés.

Muscle pyramidal

Le second muscle vertical est le **muscle pyramidal**. Ce petit muscle, qui peut être absent, est situé en avant du droit abdominal ; de forme triangulaire, il s'insère par sa base sur le pubis, se dirige en haut et en dedans et se termine, par son sommet supérieur, sur la ligne blanche (fig. 4.32).

Gaine des muscles droits

Les muscles droit de l'abdomen et pyramidal sont contenus dans une gaine tendineuse aponévrotique (la **gaine des muscles droits**), formée par les aponévroses des muscles oblique externe, oblique interne et transverse abdominal (fig. 4.33).

La gaine des droits enveloppe complètement le muscle droit dans ses trois quarts supérieurs, et recouvre la face antérieure du muscle dans son quart inférieur. Comme la gaine ne recouvre pas la face postérieure du droit dans son quart inférieur, le muscle est, à ce niveau, en contact direct avec le fascia transversalis.

La gaine des droits enveloppant les trois quarts supérieurs du muscle droit abdominal est constituée sur le modèle suivant :

- la paroi antérieure est formée par l'aponévrose du muscle oblique externe et la moitié antérieure de l'aponévrose de l'oblique interne ; celle-ci se divise en deux au bord latéral du muscle droit ;
- la paroi postérieure de la gaine des droits est formée par la moitié postérieure de l'aponévrose de l'oblique interne et par l'aponévrose du muscle transverse.

À mi-distance entre l'ombilic et la symphyse pubienne, point correspondant au haut du quart inférieur du muscle droit, toutes les aponévroses passent en avant du muscle droit. Il n'existe pas, à ce niveau, de paroi postérieure à la gaine des droits ; sa paroi antérieure est alors composée des aponévroses des muscles oblique externe, oblique interne et transverse. Sous ce point, le muscle droit est en contact direct avec le fascia transversalis. La limite entre ces deux zones est marquée par une arche fibreuse (la **ligne arquée** ; voir fig. 4.32).

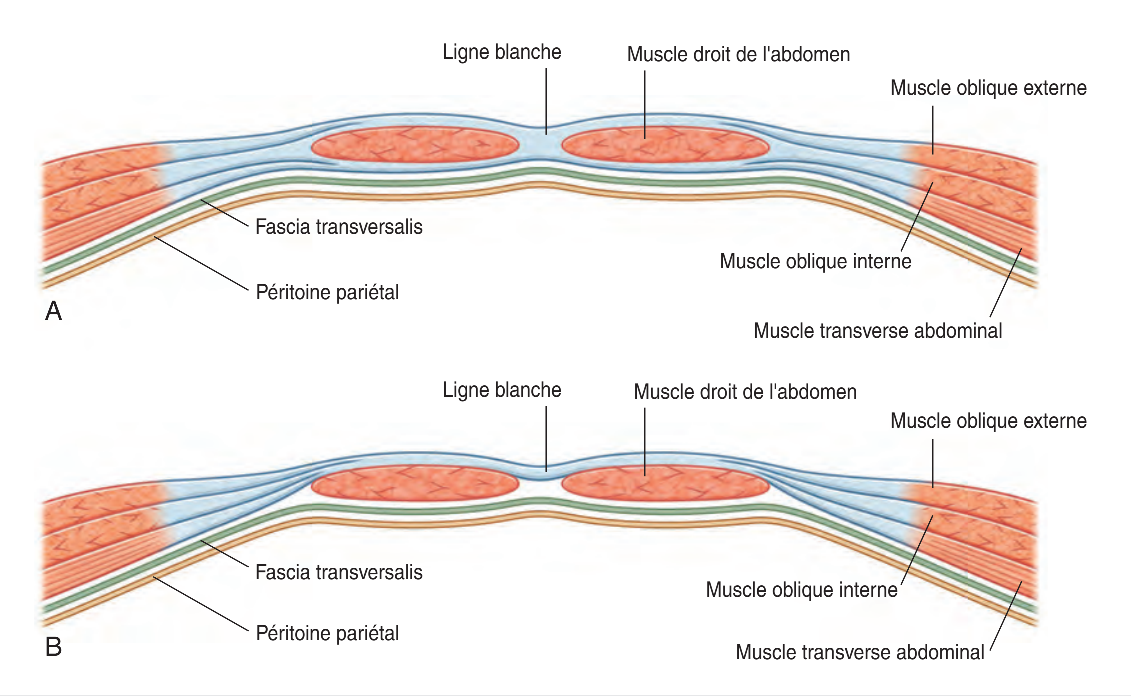


Figure 4.33 Organisation de la gaine des muscles droits. **A.** Coupe transversale passant par les trois quarts supérieurs de la gaine des droits. **B.** Coupe transversale passant par le quart inférieur de la gaine des droits.

Fascia extrapéritonéal

Sous le fascia transversalis, se trouve un feuillet de tissu conjonctif, appelé le **fascia extrapéritonéal**, qui sépare le fascia transversalis du péritoine (fig. 4.34). Contenant une quantité variable de tissu adipeux, ce feuillet entoure non seulement la cavité abdominale, mais se poursuit également par un feuillet similaire, dans la cavité pelvienne. Il est plus développé au niveau de la paroi abdominale postérieure, notamment autour des reins ; ce fascia se prolonge vers les organes recouverts de replis péritonéaux et, comme les vaisseaux sanguins sont situés dans ce feuillet conjonctif, il présente des expansions dans les mésentères portant ces vaisseaux. Les viscères du fascia extrapéritonéal sont appelés **rétropéritonéaux**.

Dans la description de certaines procédures chirurgicales, la terminologie utilisée pour désigner le fascia extrapéritonéal est quelque peu différente. Le fascia situé au niveau de la partie antérieure du corps est décrit comme prépéritonéal (ou, plus rarement, propéritonéal), et le fascia situé à la partie postérieure du corps est décrit comme rétropéritonéal (fig. 4.35). Quelques exemples : on parle du prolongement graisseux prépéritonéal dans le canal inguinal, et du repère laparoscopique transabdominal prépéritonéal d'une hernie inguinale.

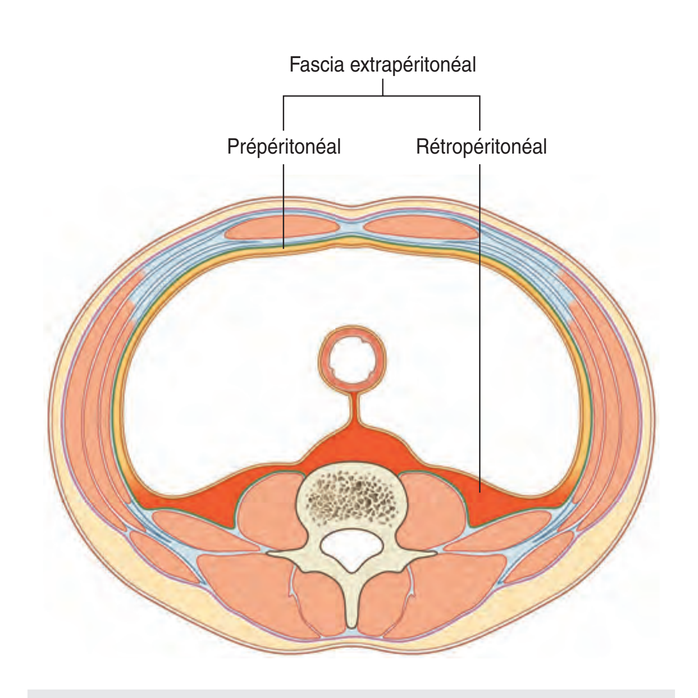


Figure 4.35 Subdivisions du fascia extrapéritonéal.

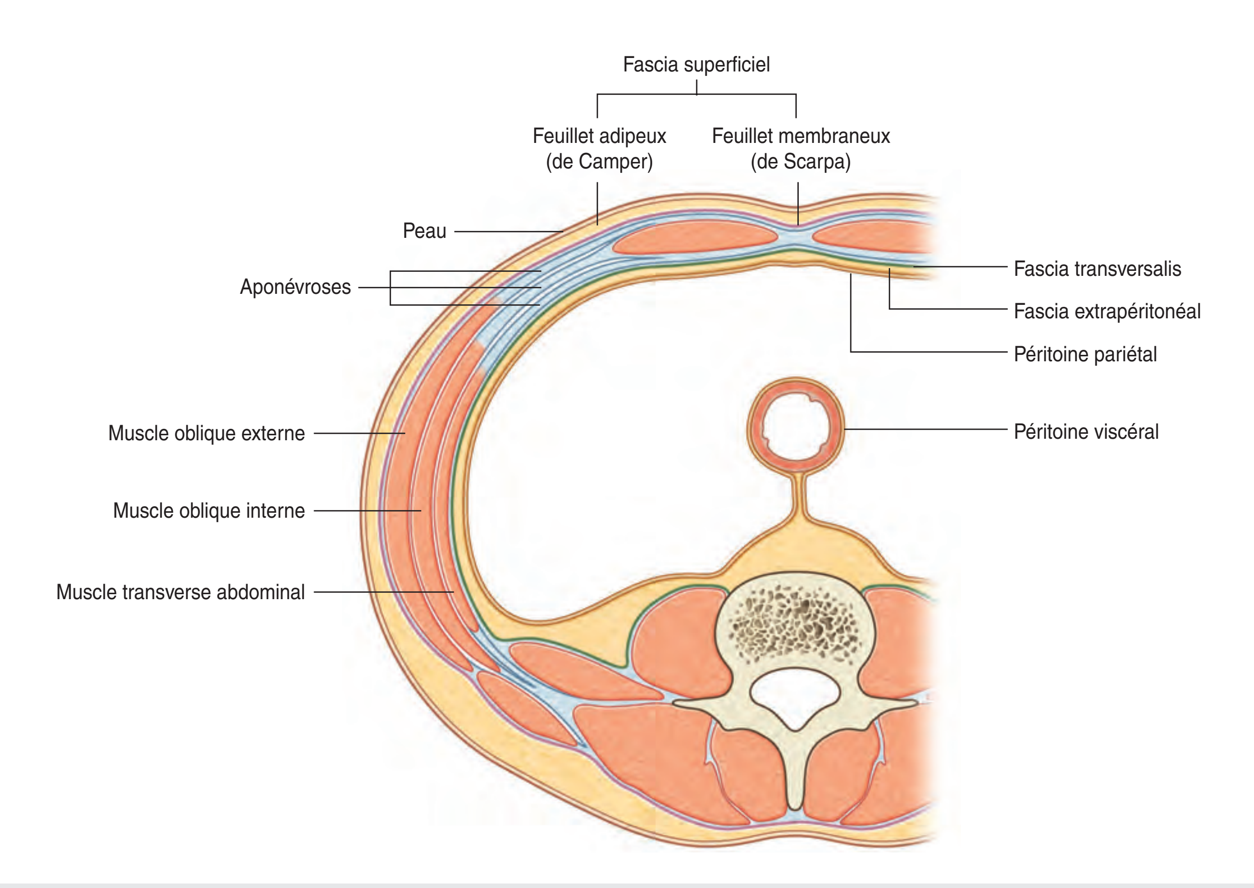


Figure 4.34 Coupe transversale montrant les différentes couches de la paroi abdominale.



Péritoine

Sous le fascia extrapéritonéal se trouve le péritoine (voir fig. 4.6 et fig. 4.7). Cette fine membrane séreuse recouvre les parois de la cavité abdominale et, en regard de certains points, se réfléchit sur les viscères abdominaux, les recouvrant soit complètement, soit partiellement. Le péritoine tapissant les parois s'appelle le péritoine pariétal ; le péritoine tapissant les viscères s'appelle le péritoine viscéral.

Le péritoine pariétal constitue un revêtement continu sur les parois abdominales, et forme un sac. Ce sac est fermé chez l'homme et présente, chez la femme, deux orifices laissant passage aux trompes utérines. Ce sac, fermé chez l'homme et semifermé chez la femme, circonscrit la cavité péritonéale.

Innervation

La peau, les muscles et le péritoine pariétal de la paroi abdominale antérolatérale sont innervés par les nerfs spinaux T7 à T12 et L1. Les rameaux antérieurs de ces nerfs spinaux se dirigent dans le corps, d'arrière en avant, avec une direction inféromédiale (fig. 4.36). Sur leur trajet, ils donnent un rameau cutané latéral et se terminent par un rameau cutané antérieur.

Les nerfs intercostaux (T7 à T11) quittent leurs espaces intercostaux en passant sous les cartilages costaux, et se continuent dans la paroi abdominale antérolatérale entre les muscles oblique interne et transverse abdominal (fig. 4.37). Gagnant le bord latéral de la gaine des droits, ils pénètrent celle-ci et passent en arrière du bord latéral du muscle droit. Près de la ligne médiane, un rameau cutané antérieur passe à travers le muscle droit et la paroi antérieure de la gaine des droits pour innerver la peau.

Le nerf spinal T12 (le **nerf subcostal**) suit un trajet semblable aux nerfs intercostaux. Les rameaux de L1 (**nerf iliohypogastrique** et **nerf ilio-inguinal**), qui ont pour origine le plexus lombal, ont un trajet initial similaire, dont ils s'écartent à l'approche de leur destination finale.

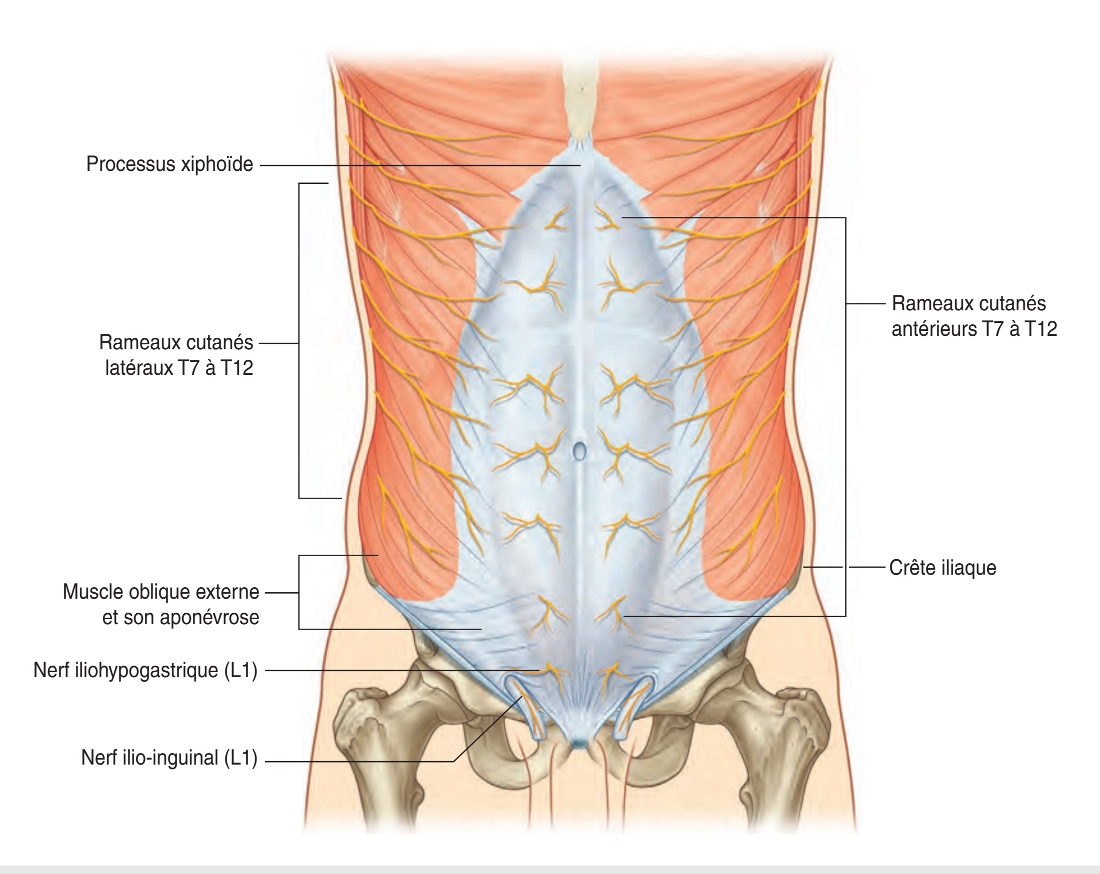


Figure 4.36 Innervation de la paroi abdominale antérolatérale.

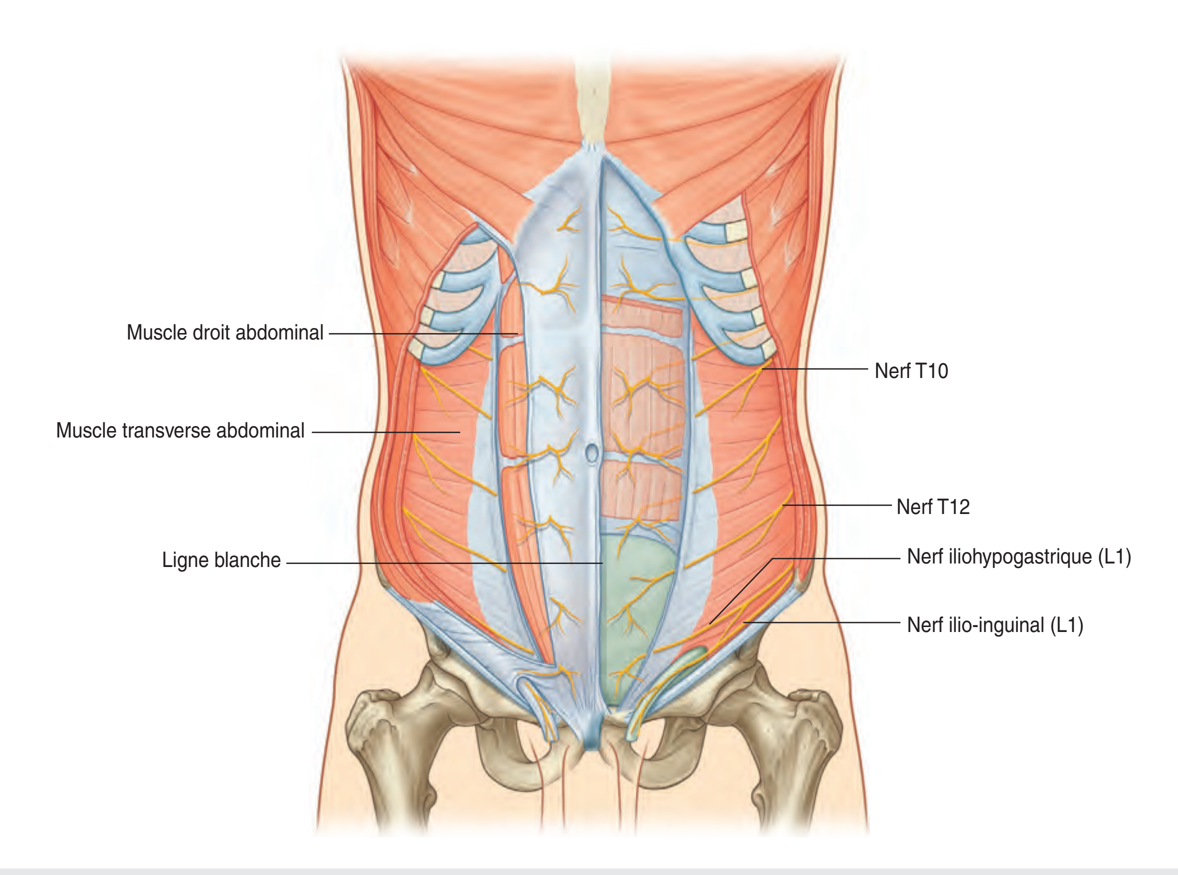


Figure 4.37 Trajet des nerfs innervant la paroi abdominale antérolatérale.

Le long de leur trajet, les nerfs T7 à T12 et L1 donnent des rameaux nerveux pour les muscles de la paroi abdominale antérolatérale et le péritoine pariétal sous-jacent. Tous se terminent en innervant la peau :

- les nerfs T7 à T9 innervent la peau du processus xiphoïde jusqu'à l'ombilic ;
- le nerf T10 innerve la peau autour de l'ombilic ;
- T11, T12 et L1 innervent la peau sous l'ombilic jusqu'à la région pubienne incluse (fig. 4.38) ;
- enfin, le nerf ilio-inguinal (rameau de L1) innerve la face antérieure du scrotum ou de la grande lèvre, et donne un petit rameau pour la cuisse.

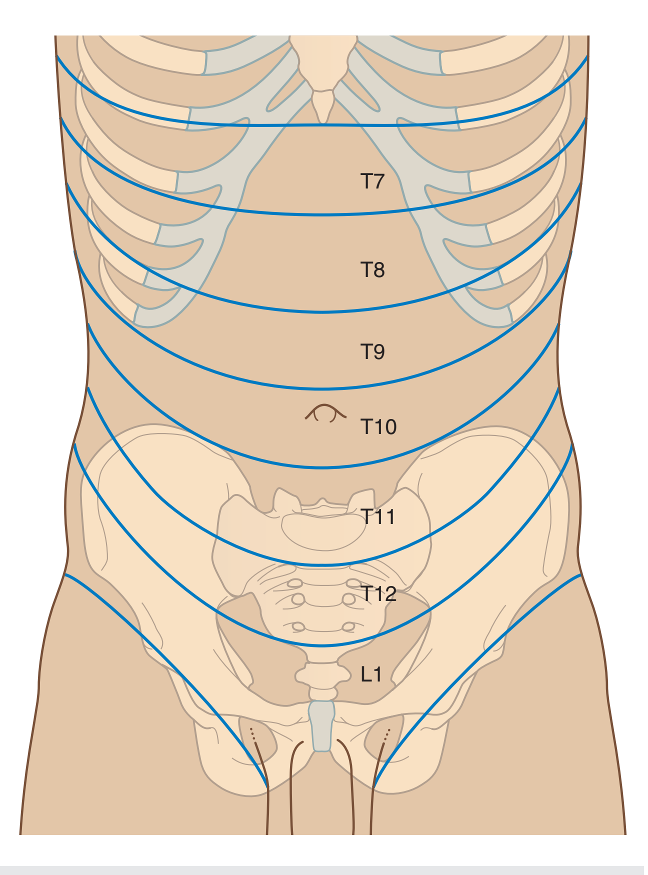


Figure 4.38 Dermatomes de la paroi abdominale antérolatérale.

Vascularisation artérielle et veineuse

De nombreux vaisseaux sanguins vascularisent la paroi abdominale. En superficie :

- la partie supérieure de la paroi est vascularisée par les branches de l'**artère musculophrénique**, qui est une branche terminale de l'**artère thoracique interne** ;
- la partie inférieure de la paroi est vascularisée en dedans par l'**artère épigastrique superficielle**, et en dehors



par l'**artère circonflexe iliaque superficielle**, qui sont toutes deux des branches de l'**artère fémorale** (fig. 4.39).

À un niveau plus profond :

- la partie supérieure de la paroi est vascularisée par l'**artère épigastrique supérieure**, qui est une branche terminale de l'artère thoracique interne ;
- la partie latérale de la paroi est vascularisée par les **9e et 10e artères intercostales** et par l'**artère subcostale** ;
- la partie inférieure de la paroi est vascularisée en dedans par l'**artère épigastrique inférieure** et en dehors par l'**artère circonflexe iliaque profonde**, qui sont toutes deux des branches de l'**artère iliaque externe**.

Les artères épigastriques supérieure et inférieure pénètrent toutes les deux dans la gaine des droits. Elles cheminent en

Artères intercostales
Artère thoracique interne
Artère épigastrique supérieure
Artère musculophrénique
Artère épigastrique inférieure
Artère circonflexe iliaque profonde
Artère circonflexe iliaque superficielle
Artère épigastrique superficielle

Figure 4.39 Vascularisation artérielle de la paroi abdominale antérolatérale.

arrière des muscles droits et s'anastomosent l'une avec l'autre (fig. 4.40).

Des veines homonymes cheminent aux côtés des artères, et assurent le retour veineux.

Drainage lymphatique

Le drainage lymphatique de la paroi antérolatérale de l'abdomen suit les principes de base du drainage lymphatique :

- les lymphatiques superficiels situés au-dessus de l'ombilic ont un trajet ascendant vers les **nœuds axillaires**, alors que les lymphatiques superficiels situés sous l'ombilic prennent une direction descendante vers les **nœuds inguinaux superficiels** ;
- le drainage lymphatique profond suit les artères profondes, vers les **nœuds parasternaux** le long de l'artère thoracique interne, les nœuds lombaux le long de l'aorte abdominale, et les nœuds iliaques externes le long de l'artère iliaque externe.

RÉGION INGUINALE

La **région inguinale** (ou **aine**) est située à la jonction entre la paroi abdominale antérieure et la cuisse. Dans cette région, la paroi abdominale présente une zone de faiblesse due aux mouvements qui se sont produits lors du développement du fœtus, et il peut arriver qu'un sac péritonéal ou diverticulum, avec ou sans contenu abdominal, fasse protrusion à ce niveau, créant ainsi une hernie inguinale. Ce type de hernie peut se produire dans les deux sexes, mais il est plus fréquent chez l'homme.

Cette zone de faiblesse au sein de la paroi abdominale antérieure est due aux changements qui se sont déroulés lors du développement des gonades. Avant que les testicules ou les ovaires ne descendent de leur position initiale, située à la partie haute de la paroi abdominale postérieure, une excroissance péritonéale (le

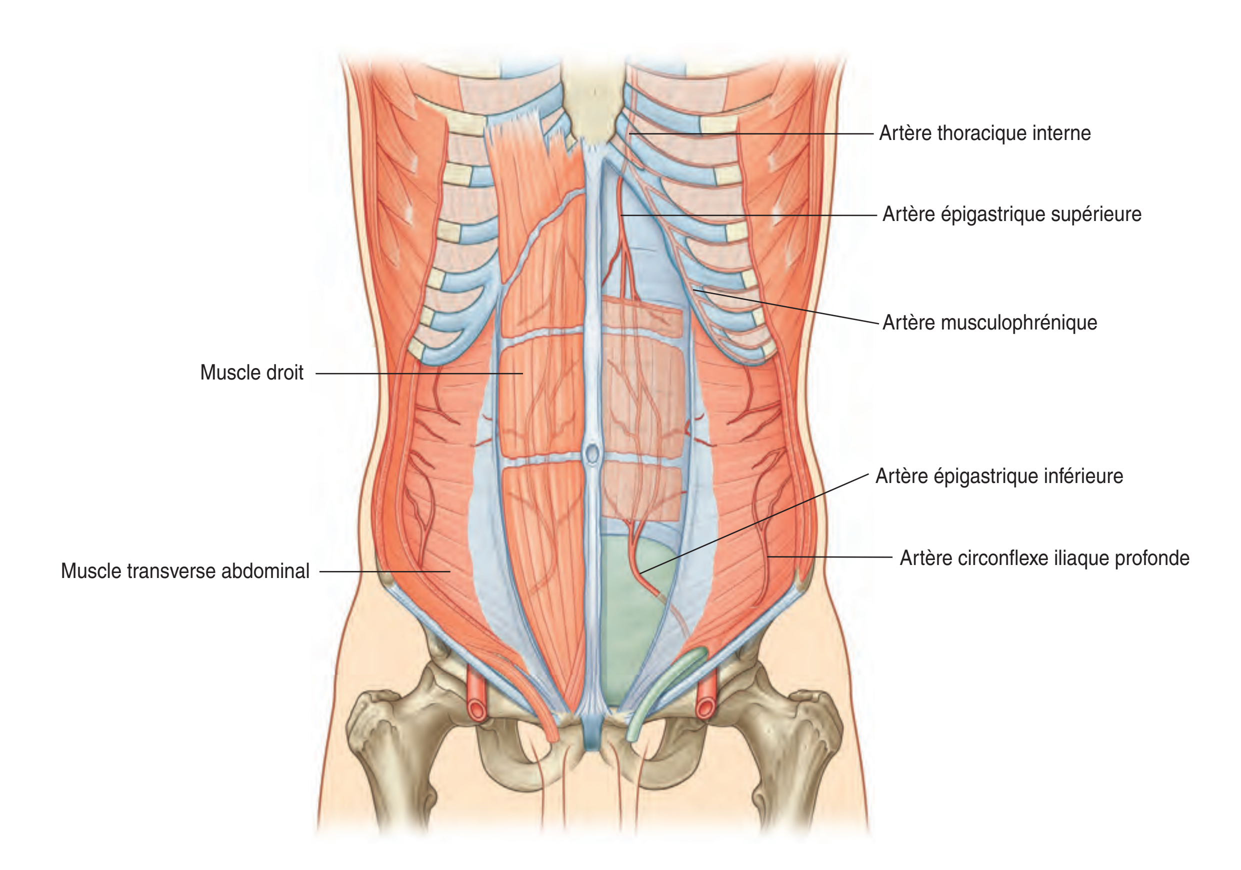


Figure 4.40 Artères épigastriques supérieure et inférieure.

processus vaginal péritonéal) se développe (fig. 4.41) au travers des différents feuillets de la paroi abdominale antérieure ; elle se trouve recouverte par chacun de ces feuillets :

- le fascia transversalis constitue son enveloppe la plus profonde ;
- la deuxième enveloppe est formée par des fibres du muscle oblique interne (comme le processus vaginal péritonéal passe sous les fibres arquées de la paroi abdominale, il ne possède pas d'enveloppe provenant du muscle transverse abdominal) ;
- l'enveloppe la plus superficielle correspond à l'aponévrose de l'oblique externe.

En conséquence, le processus vaginal péritonéal devient une structure tubulaire recouverte de multiples feuillets provenant de la paroi abdominale antérieure. Cela constitue la structure de base du **canal inguinal**.

Le dernier événement de ce développement correspond à la descente des testicules dans le scrotum ou des ovaires dans la cavité pelvienne. Ce processus est sous la dépendance du développement du gubernaculum, qui s'étend du pôle inférieur de la gonade embryonnaire au renflement labioscrotal (fig. 4.41).

Le processus vaginal péritonéal est situé immédiatement en avant du gubernaculum dans le canal inguinal.

Chez l'homme, lors de la descente testiculaire, les testicules accompagnés de leurs vaisseaux, nerfs et conduits passent à travers le canal inguinal et sont ainsi entourés des mêmes feuillets qui composent la paroi abdominale. La descente des testicules participe à la formation du cordon spermatique chez l'homme.

Chez la femme, les ovaires descendent dans la cavité pelvienne et s'associent à l'utérus embryonnaire. Donc, la seule structure à passer dans le canal inguinal est le ligament rond de l'utérus, qui est un reliquat du gubernaculum.

Cette séquence de développement s'achève dans les deux sexes lors de l'oblitération du processus vaginal péritonéal. Si celui-ci ne s'oblitère pas ou incomplètement, il existe un point de faiblesse au sein de la paroi abdominale antérieure et une hernie inguinale peut se développer. Chez l'homme, seules les parties proximales du processus vaginal péritonéal s'oblitèrent. La partie distale s'élargit pour entourer l'essentiel du testicule. En d'autres mots, la cavité du processus vaginal péritonéal constitue une extension de la cavité péritonéale qui va s'individualiser au cours du développement.

Figure 4.41 Descente des testicules de la 7e semaine postconceptionnelle à la naissance.

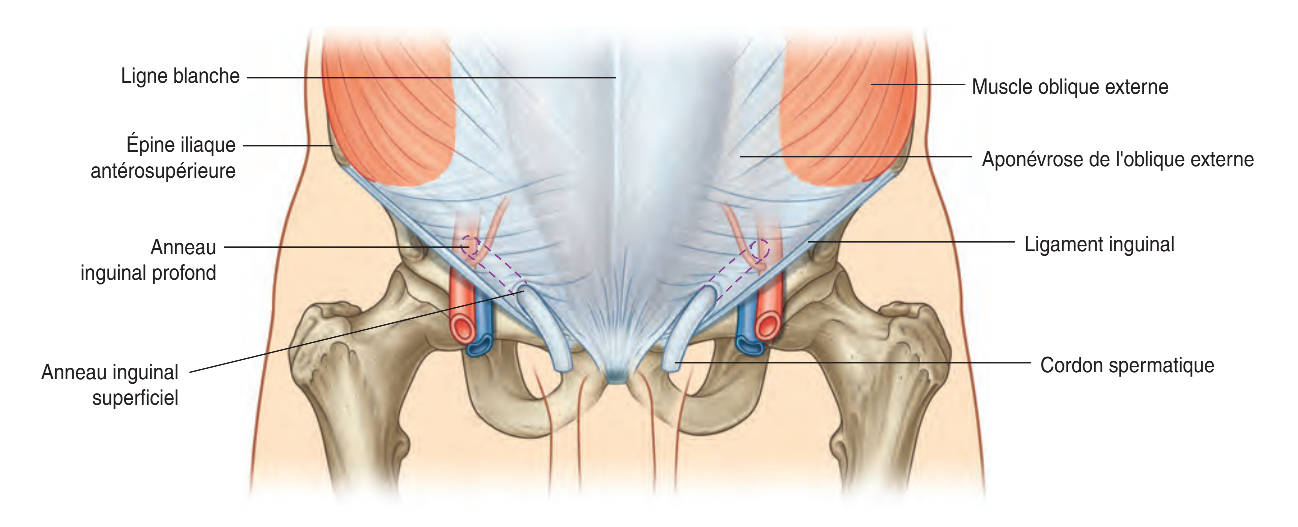


Figure 4.42 Canal inguinal.

Canal inguinal

Le canal inguinal est un passage en chicane qui présente un trajet oblique en bas et en dedans, situé au-dessus et parallèlement au ligament inguinal. Il commence au niveau de l'anneau inguinal profond, se poursuit sur environ 4 cm, et se termine au niveau de l'anneau inguinal superficiel (fig. 4.42). Il contient le rameau génital du nerf génitofémoral, le **cordon spermatique** chez l'homme et le ligament rond de l'utérus chez la femme. De plus, dans les deux sexes, le nerf ilio-inguinal passe à travers une partie du canal, sortant de celui-ci au niveau de l'anneau inguinal superficiel.

Anneau inguinal profond

L'anneau inguinal profond (interne) correspond à l'entrée du canal inguinal. Il est situé à mi-distance entre l'épine iliaque antérosupérieure et la symphyse pubienne (fig. 4.43). Il est juste au-dessus du ligament inguinal, immédiatement en dehors des vaisseaux épigastriques inférieurs. Bien qu'il soit parfois décrit comme un défaut ou un orifice dans le fascia transversalis, il correspond en fait au début de l'évagination tubulaire du fascia transversalis, lequel constitue une des tuniques (**fascia spermatique interne**) du cordon spermatique chez l'homme et du ligament rond de l'utérus chez la femme.

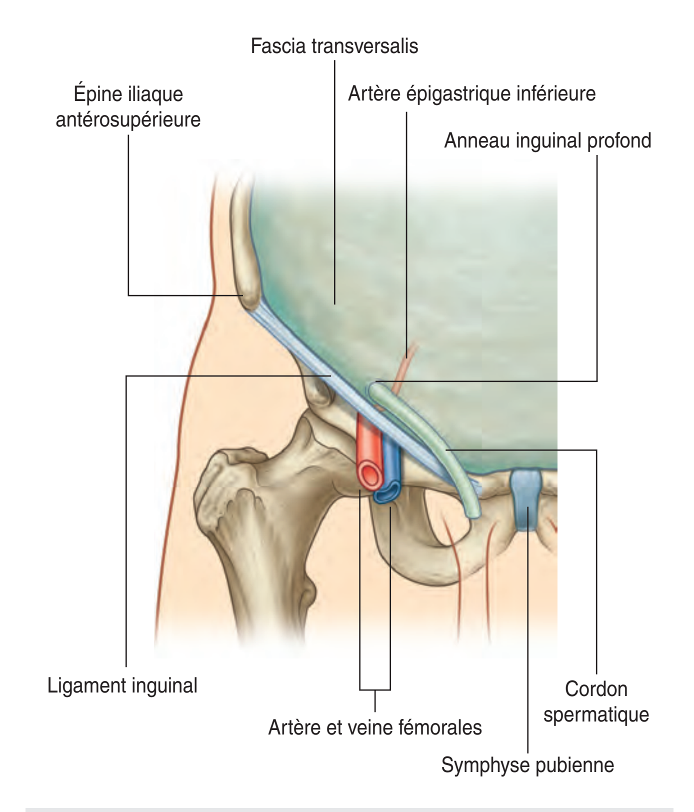


Figure 4.43 Anneau inguinal profond et fascia transversalis.

Anneau inguinal superficiel

L'anneau inguinal superficiel (externe) correspond à la sortie du canal inguinal et se situe au-dessus du tubercule du pubis (fig. 4.44). C'est un orifice de forme triangulaire dans l'aponévrose de l'oblique externe, dont la base est formée par la crête du pubis et le sommet est en haut et en dehors. Les deux autres côtés du triangle (le **pilier interne** et le **pilier externe**) s'insèrent respectivement sur la symphyse pubienne et le tubercule pubien. Au sommet du triangle, les deux piliers sont reliés entre eux par des fibres arciformes, qui préviennent un éventuel élargissement de l'anneau superficiel.

Comme l'anneau inguinal profond, l'anneau inguinal superficiel correspond en fait au début de l'évagination tubulaire de l'aponévrose de l'oblique externe autour des structures

qui ont traversé le canal inguinal et qui émergent au niveau de l'anneau inguinal superficiel. Le prolongement de ces tissus autour du cordon spermatique constitue le **fascia spermatique externe**.

Paroi antérieure

La paroi antérieure du canal inguinal est constituée sur toute sa longueur par l'aponévrose du muscle oblique externe (fig. 4.44). Elle est renforcée latéralement par les fibres inférieures du muscle oblique interne qui s'insèrent sur les deux tiers latéraux du ligament inguinal (fig. 4.45). Cela ajoute une nouvelle tunique au-dessus de l'anneau inguinal profond, qui est un point potentiel de faiblesse au sein de la paroi abdominale antérieure. En outre, comme le muscle oblique interne recouvre l'anneau inguinal profond, il participe également à former une des tuniques (**fascia crémastérique** contenant le **muscle crémaster**) entourant les structures traversant le canal inguinal.

Paroi postérieure

La paroi postérieure du canal inguinal est constituée sur toute sa longueur par le fascia transversalis (voir fig. 4.43). Elle est renforcée sur son tiers interne par le **tendon conjoint** (**faux inguinale** ; fig. 4.45). Ce tendon est la réunion des tendons de terminaison des muscles oblique interne et transverse sur la crête du pubis et la ligne pectinéale.

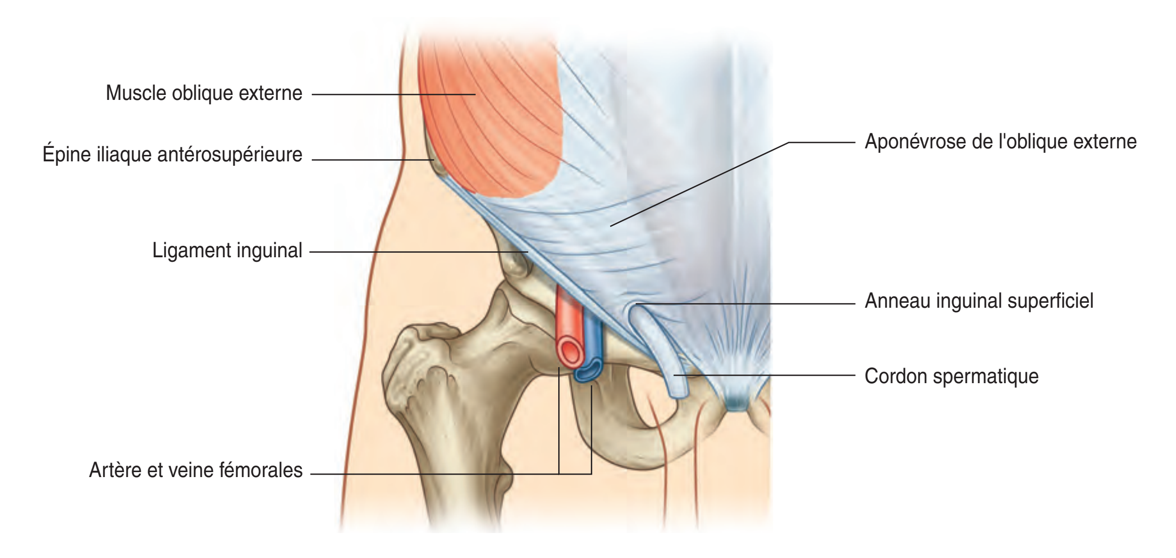


Figure 4.44 Anneau inguinal superficiel et aponévrose du muscle oblique externe.

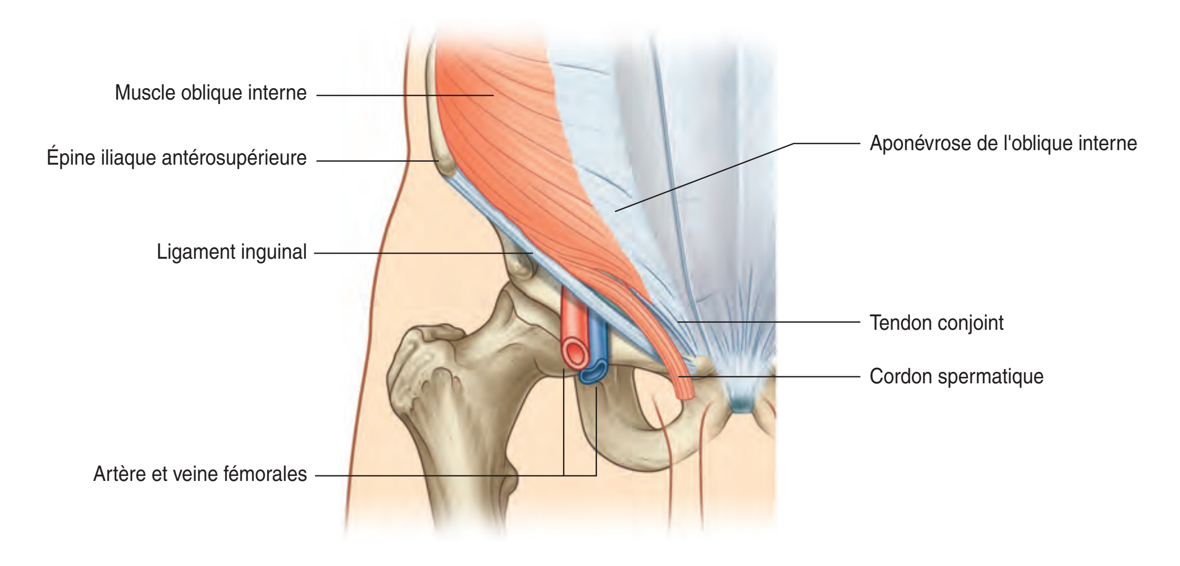


Figure 4.45 Muscle oblique interne et canal inguinal.

De la même façon que le muscle oblique interne renforce la zone de l'anneau inguinal profond, la position du tendon conjoint, en arrière de l'anneau inguinal superficiel, fournit un renfort supplémentaire à un point de faiblesse potentiel au sein de la paroi abdominale antérieure.

Toit

Le toit (paroi supérieure) du canal inguinal est constitué par les fibres arquées des muscles oblique interne et transverse (fig. 4.45 et fig. 4.46). Elles passent de leur point d'insertion latérale sur le ligament inguinal à leur terminaison commune médiale, le tendon conjoint.

Plancher

Le plancher (paroi inférieure) du canal inguinal est constitué par la moitié interne du ligament inguinal. Sur ce plancher, les fibres inférieures de l'aponévrose de l'oblique forment une gouttière ou une cuvette sur laquelle les éléments du canal inguinal reposent. Le ligament lacunaire renforce la partie médiale de cette gouttière.

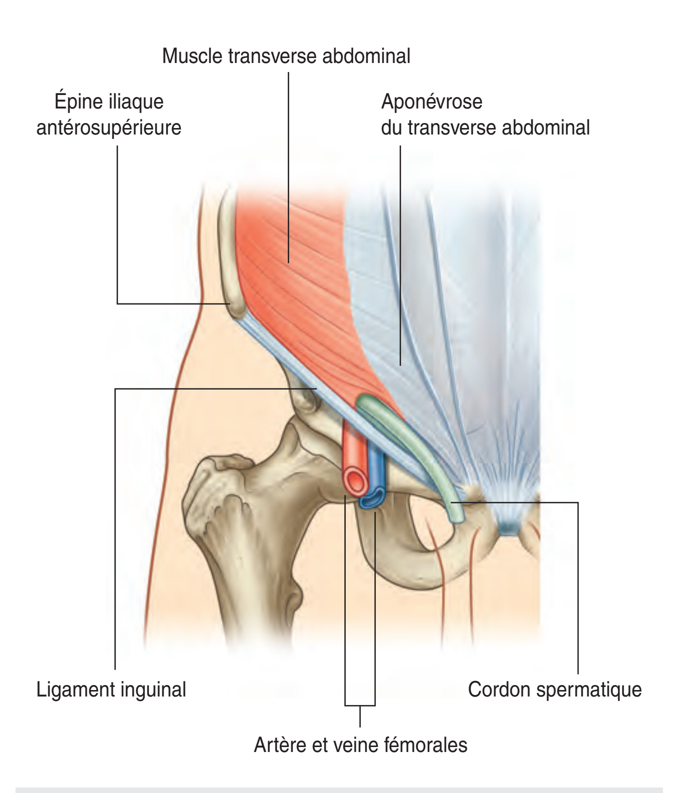


Figure 4.46 Muscle transverse de l'abdomen et canal inguinal.

Contenu

Le canal inguinal contient :

- le cordon spermatique chez l'homme ;
- le ligament rond de l'utérus et le rameau génital du nerf génitofémoral chez la femme.

Ces structures pénètrent dans le canal inguinal par l'anneau inguinal profond et en sortent au niveau de l'anneau inguinal superficiel.

Le nerf ilio-inguinal (L1) chemine également dans le canal inguinal. Ce nerf, issu du plexus lombal, pénètre la paroi abdominale à la face profonde du muscle transverse, se poursuit dans les différentes couches de la paroi abdominale antérieure, en traversant le muscle oblique interne. Gardant une direction inféromédiale, il pénètre dans le canal inguinal. Il poursuit son trajet au sein du canal pour sortir au niveau de l'anneau inguinal superficiel.

Cordon spermatique

Le cordon spermatique commence à se former proximalement dans l'anneau inguinal profond et se compose des structures allant des cavités abdominopelviennes aux testicules, et de trois fascias enveloppant ces structures (fig. 4.47).

Le cordon spermatique contient différentes structures :

- le conduit déférent ;
- l'artère du conduit déférent (issue de l'artère vésicale inférieure) ;
- l'artère testiculaire (issue de l'aorte abdominale) ;
- les veines du plexus pampiniforme (veines testiculaires) ;
- l'artère et la veine crémastériques (petits vaisseaux associés au fascia crémastérique) ;
- le rameau génital du nerf génitofémoral (donnant l'innervation du muscle crémaster) ;
- des fibres nerveuses sympathiques et viscérales ;
- des lymphatiques ;
- des reliquats du processus vaginal péritonéal.

Ces structures pénètrent l'anneau inguinal profond, cheminent dans le canal inguinal et en ressortent au niveau de l'anneau inguinal superficiel, entourées de trois tuniques fasciales acquises durant ce trajet. L'ensemble du cordon spermatique se poursuit dans le scrotum ; à ce niveau, les structures contenues dans le cordon s'associent aux testicules, et les fascias enveloppent ceux-ci.

Les trois fascias qui entourent le cordon spermatique sont :

- le fascia spermatique interne, tunique la plus profonde, qui provient du fascia transversalis au niveau de l'anneau inguinal profond ;

Rameau génital du nerf génitofémoral
Artère testiculaire et veines du plexus pampiniforme
Vaisseaux crémastériques
Péritoine pariétal
Canal déférent
Fascia extrapéritonéal
Artère du canal déférent
Fascia transversalis
Vaisseaux épigastriques inférieurs
Nerf ilioinguinal
Aponévrose de l'oblique externe
Muscle transverse abdominal
Muscle oblique interne
Tendon conjoint
Anneau inguinal profond
Nerf ilioinguinal
Aponévrose de l'oblique externe
Anneau inguinal superficiel
Fascia spermatique externe
Fascia crémastérique
Fascia spermatique interne
Feuillet pariétal de la tunique vaginale
Cavité de la tunique vaginale
Feuillet viscéral de la tunique vaginale
A

Figure 4.47 A. Cordon spermatique (homme).

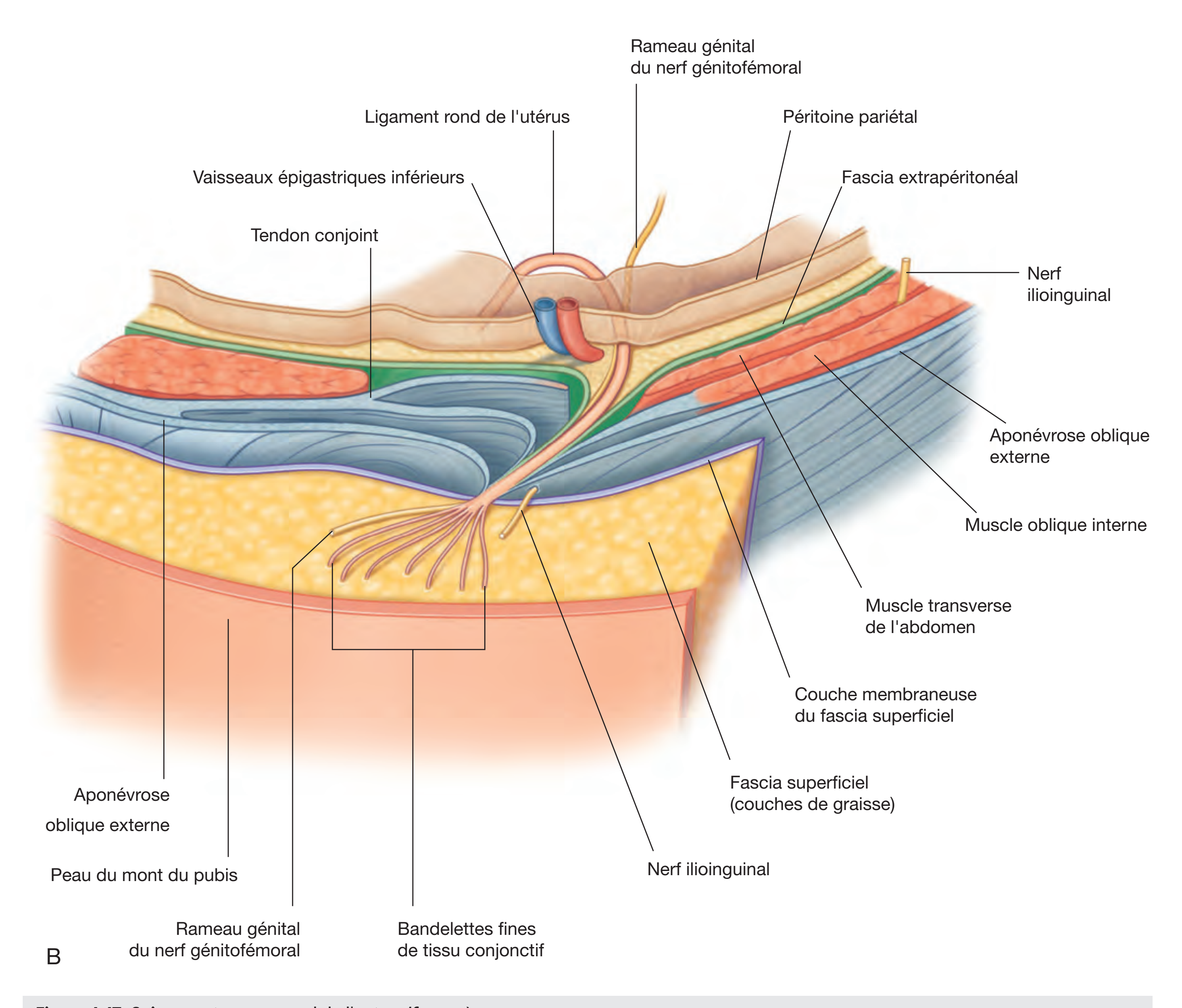


Figure 4.47 Suite. B. Ligament rond de l'utérus (femme).



- le fascia crémastérique et le muscle crémaster associé qui constituent la tunique moyenne du cordon ; ils sont issus du muscle oblique interne ;
- le fascia spermatique externe, tunique la plus superficielle du cordon spermatique, qui provient de l'aponévrose du muscle oblique externe au niveau de l'anneau inguinal superficiel (fig. 4.47A).

Ligament rond de l'utérus

Le ligament rond de l'utérus est un cordon qui relie l'utérus à l'anneau inguinal profond, et qui s'engage à ce niveau dans le canal inguinal qu'il parcourt sur toute sa longueur (fig. 4.47B). Il sort du canal par l'anneau inguinal superficiel. À ce niveau, il se divise en plusieurs faisceaux fibreux, qui se terminent dans le tissu conjonctif de la grande lèvre. Pendant qu'il chemine dans le canal inguinal, le ligament rond s'entoure des mêmes tuniques que le cordon spermatique. À la sortie du ligament rond de l'anneau inguinal superficiel, les différentes couches qui l'entourent ne peuvent pas être distinguées des bandelettes tissulaires du ligament lui-même.

Le ligament rond de l'utérus correspond à la longue partie distale du gubernaculum du fœtus qui s'étend de l'ovaire aux renflements labioscrotaux. À partir de son attache sur l'utérus, le ligament rond se poursuit vers l'ovaire comme le ligament de l'ovaire, qui se développe à partir de la courte portion proximale du gubernaculum.

En clinique

Réflexe crémastérien

Chez l'homme, le muscle crémaster et le fascia crémastérique constituent la tunique moyenne du cordon spermatique. Ce muscle et son fascia sont innervés par le rameau génital du nerf génitofémoral (L1–L2). La contraction de ce muscle et l'élévation du testicule qui en résulte peuvent être stimulées par un arc réflexe. Le frottement doux de la face antérieure de la partie supérieure de la cuisse stimule les fibres sensitives du nerf ilio-inguinal, qui pénètrent dans la moelle spinale au niveau L1. À ce niveau, elles entraînent la stimulation des fibres motrices du rameau génital du nerf génitofémoral, qui provoque la contraction du muscle crémaster et l'ascension du testicule.

Le réflexe crémastérien est plus marqué chez l'enfant, et a tendance à diminuer avec l'âge. Comme de nombreux réflexes, il peut être absent dans certains dysfonctionnements neurologiques. Bien qu'il puisse être employé pour tester le niveau médullaire L1 chez l'homme, son utilisation clinique est en fait limitée.

Hernies inguinales

Une hernie inguinale est une protrusion, ou passage, d'un sac péritonéal, avec ou sans élément abdominal, à travers une zone de faiblesse de la paroi abdominale au niveau inguinal. Cela se produit lorsque le sac péritonéal pénètre dans le canal inguinal :

- soit indirectement, à travers l'anneau inguinal profond ;
- soit directement, à travers la paroi postérieure du canal inguinal.

Les hernies inguinales sont ainsi nommées, selon leur mécanisme, indirectes ou directes.

Hernies inguinales indirectes

La hernie inguinale indirecte est la plus fréquente des deux types de hernie, et elle est beaucoup plus fréquente chez l'homme que chez la femme (fig. 4.48). Cela se produit lorsqu'une partie, ou la totalité, du processus vaginal péritonéal embryonnaire reste ouverte ou perméable. Elle est donc rapportée à une origine congénitale.

Le sac péritonéal protrus pénètre dans le canal inguinal en passant par l'anneau inguinal profond, juste en dehors des vaisseaux épigastriques. L'ampleur de sa pénétration dans le canal inguinal dépend de l'importance du processus vaginal péritonéal resté perméable. Si la totalité du processus vaginal péritonéal est restée perméable, le sac péritonéal peut traverser tout le canal inguinal, sortir par l'anneau inguinal superficiel et se prolonger

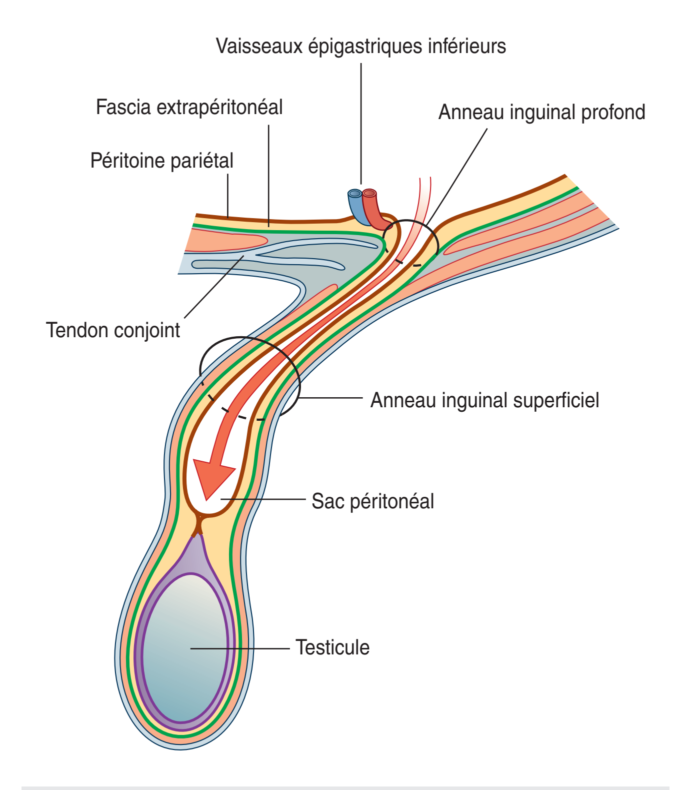


Figure 4.48 Hernie inguinale indirecte.

dans le scrotum chez l'homme ou dans la grande lèvre chez la femme. Dans ce cas, le sac péritonéal protrus est entouré par les mêmes tuniques enveloppant le cordon spermatique chez l'homme ou le ligament rond de l'utérus chez la femme.

Hernies inguinales directes

La hernie inguinale directe correspond à un sac péritonéal qui fait saillie directement à travers une zone de faiblesse de la paroi abdominale en dedans du canal inguinal (fig. 4.49). Elle est habituellement décrite comme acquise car elle se développe lorsque la musculature abdominale présente des faiblesses ; elle est communément observée chez l'homme mature. Cette hernie se produit en dedans des vaisseaux épigastriques inférieurs, au niveau du triangle inguinal (triangle de Hesselbach), qui est limité :

- en dehors, par les vaisseaux épigastriques inférieurs ;
- en dedans, par le muscle droit de l'abdomen ;
- en bas, par le ligament inguinal (fig. 4.50).

À la face profonde, un épaississement du fascia transversalis (la bandelette iliopubienne) suit le trajet du ligament inguinal (fig. 4.50).

Ce type de hernie inguinale ne pénètre pas dans l'ensemble du canal inguinal, mais peut sortir au niveau de l'anneau inguinal superficiel. Lorsque cela se produit, le sac péritonéal se trouve recouvert par le fascia spermatique externe et peut s'étendre, comme une hernie indirecte, vers le scrotum.

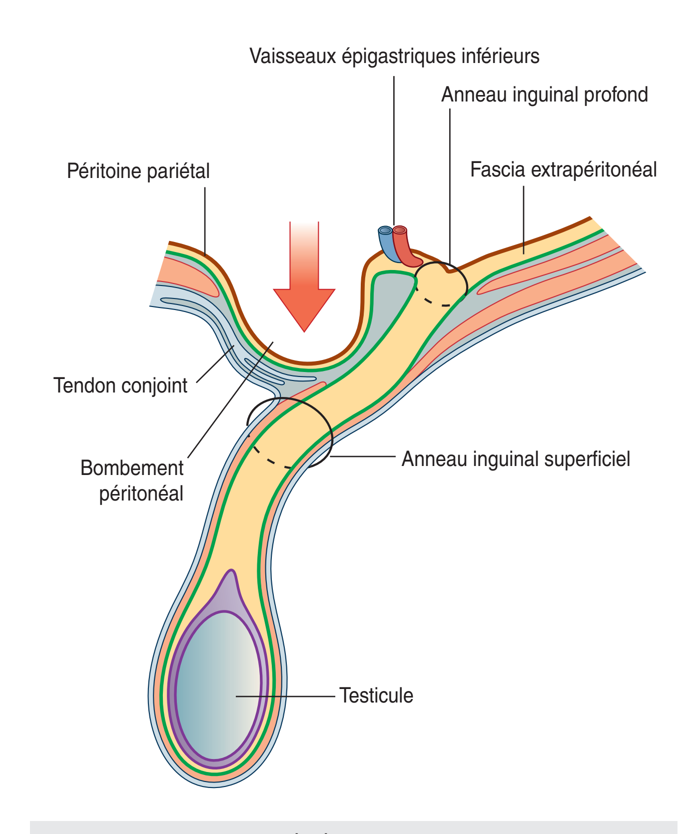


Figure 4.49 Hernie inguinale directe.

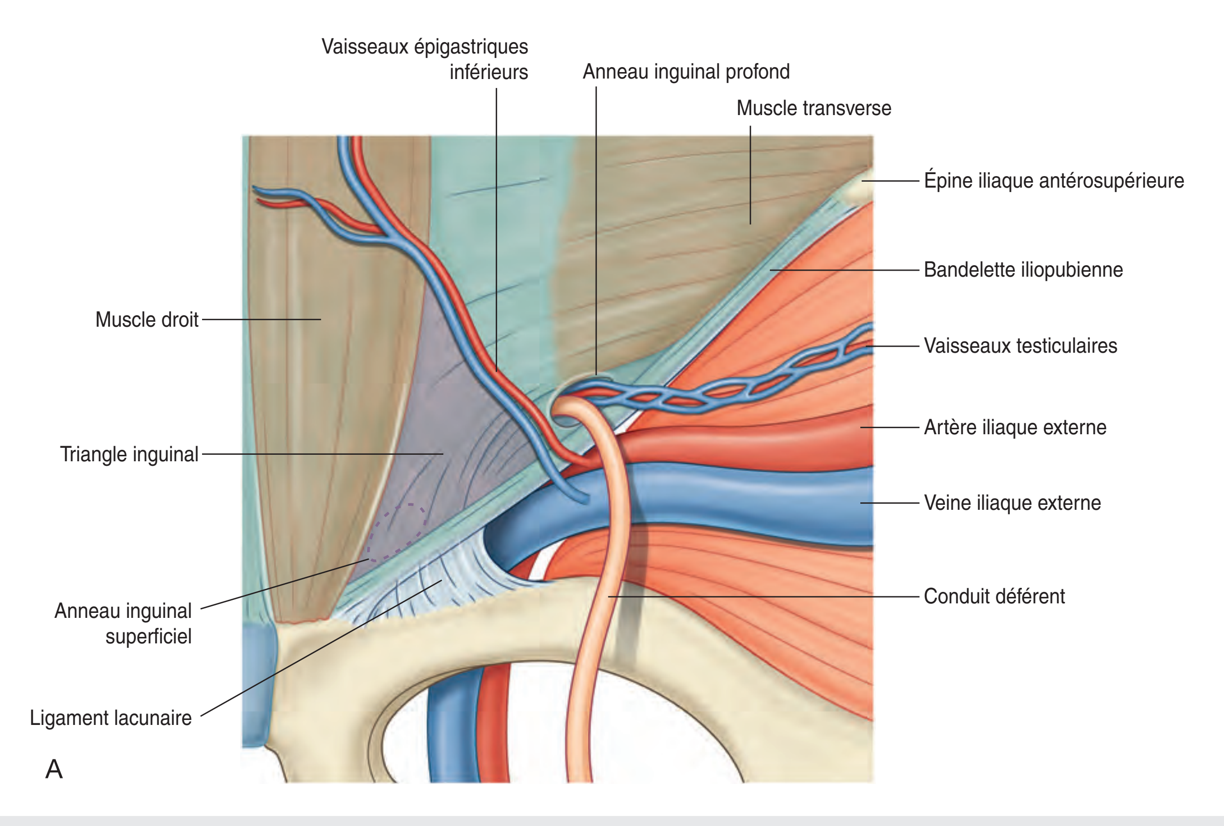


Figure 4.50 Triangle inguinal droit. **A.** Vue profonde.

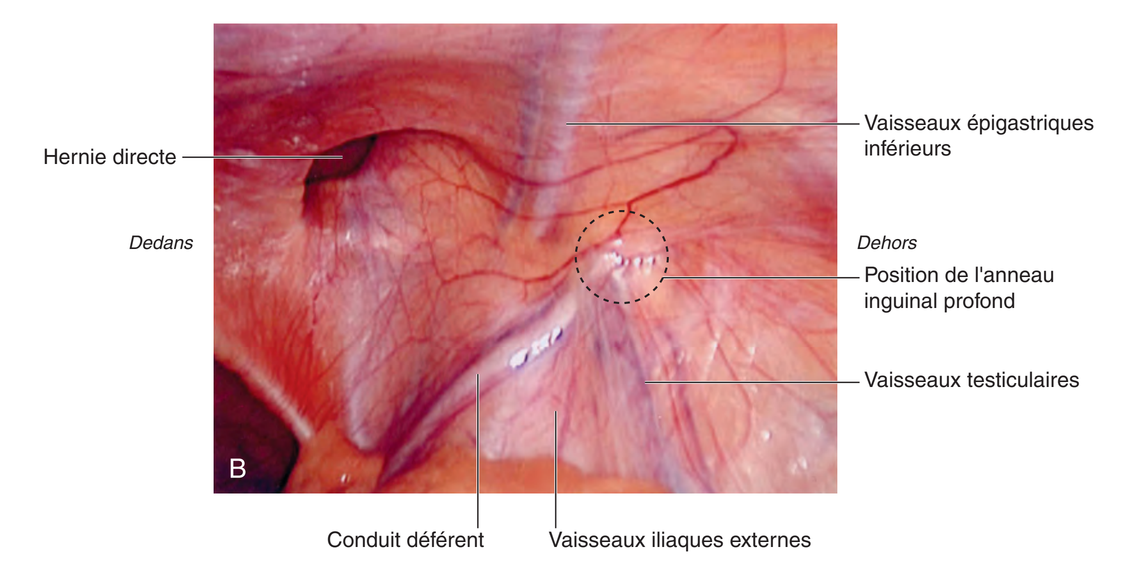


Figure 4.50 Suite. B. Vue laparoscopique montrant le péritoine pariétal recouvrant la zone.

En clinique

Tuméfactions inguinales

La région inguinale est une zone complexe de confluence de différentes structures anatomiques. Un examen attentif et une bonne connaissance de l'anatomie permettent de déterminer de quelle structure anatomique la tuméfaction inguinale dépend, et ainsi d'orienter le diagnostic. La plupart des masses inguinales sont des hernies.

La clé pour l'examen de la région inguinale est de déterminer la position du ligament inguinal. Celui-ci est tendu entre l'épine iliaque antérosupérieure en dehors, et le tubercule du pubis en dedans. Les hernies inguinales se trouvent au-dessus du ligament inguinal et sont habituellement plus prononcées en station verticale. L'examen clinique comprend donc une inspection attentive de la masse, en gardant toujours à l'esprit les repères anatomiques du ligament inguinal.

Chez l'homme, il faut examiner le scrotum afin de vérifier la présence ou non d'une masse. Si une masse anormale est présente, l'impossibilité de sentir son bord supérieur suggère que celle-ci peut provenir du canal inguinal et qu'il peut s'agir d'une hernie. De plus, en plaçant sa main sur la masse et en demandant au patient de tousser, cette masse peut bomber dans le scrotum.

Une tentative de réduction de cette masse doit être réalisée, en appliquant une pression douce mais ferme sur celle-ci. Si la masse est réductible, la main devra être retirée en observant attentivement une éventuelle récurrence de cette masse.

La position d'une masse inguinale par rapport au pubis est une donnée très importante, de même que la présence d'une chaleur importante ou de douleur, qui peuvent être les premiers signes de strangulation ou d'infection.

D'une manière générale :

- les hernies inguinales s'expriment à travers l'anneau inguinal superficiel au-dessus du ligament inguinal ;
- les hernies fémorales (voir plus loin) s'expriment à travers le canal fémoral, en dessous du ligament inguinal, en dehors du tubercule pubien.

Une hernie est la protrusion de viscère, en partie ou totalement, à travers un orifice physiologique ou non. L'élément protrus comporte habituellement un feuillet de péritoine pariétal qui forme l'enveloppe du sac herniaire.

Hernies inguinales

Des hernies peuvent se développer au sein de nombreuses régions anatomiques. Le plus fréquemment, on les observe dans la région inguinale, à la partie inférieure de la paroi abdominale antérieure. Dans certains cas, les hernies inguinales sont présentes dès la naissance, et sont dues à la persistance du processus vaginal péritonéal et au passage de viscères à travers le canal inguinal. Les hernies acquises s'observent chez les patients plus âgés, et peuvent être dues à une augmentation importante de la pression intra-abdominale (lors, par exemple, d'une toux répétée dans le cadre d'une pathologie pulmonaire), ou à une atteinte des nerfs de la paroi abdominale antérieure (dues par exemple à une incision chirurgicale), ou encore à une faiblesse des parois du canal inguinal.

Une des complications potentielles des hernies est la survenue d'adhérences de graisse et de viscères au sein du sac herniaire, pouvant causer douleurs importantes et obstruction intestinale. Une autre complication potentielle grave est l'**étranglement** de la hernie ; qui est associée à une interruption de la vascularisation des viscères au niveau du collet du sac herniaire, entraînant une ischémie des viscères pouvant aller jusqu'à la perforation (fig. 4.51).

En clinique—Suite

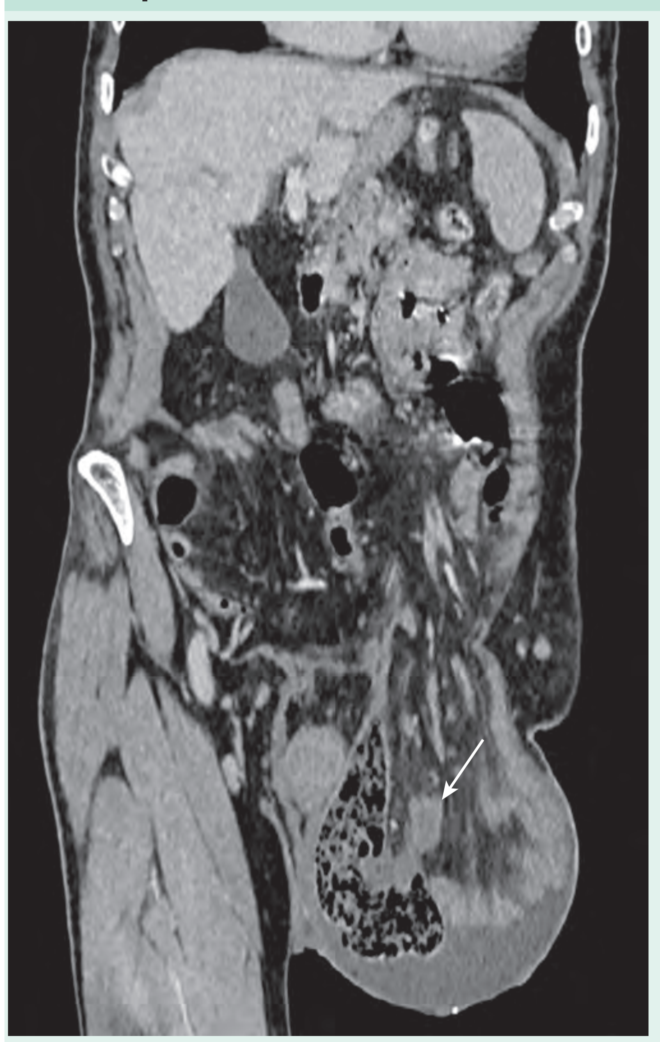


Figure 4.51 Coupe TDM coronale montrant une grande hernie inguinale contenant des anses d'intestin grêle et de côlon (*flèche*) du côté gauche d'un homme.

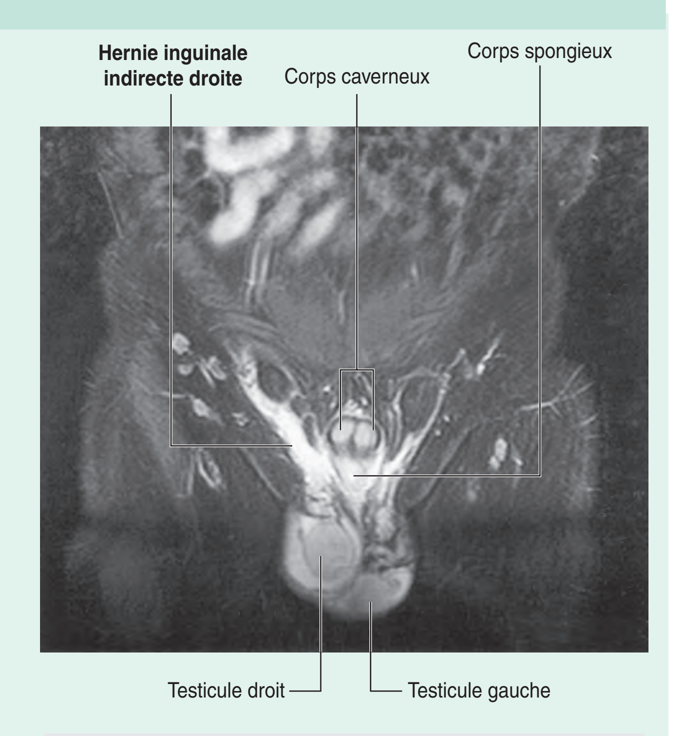


Figure 4.52 Hernie inguinale indirecte droite. Image par résonance magnétique T2 en saturation de graisse, coupe coronale passant par la région inguinale chez un sujet masculin.

Le sac herniaire d'une **hernie inguinale indirecte** passe dans l'anneau inguinal profond et se poursuit dans le canal inguinal. Si la hernie est assez importante, le sac herniaire apparaît au travers de l'anneau inguinal superficiel. Chez l'homme, ce type de hernie peut s'étendre dans le scrotum (fig. 4.52).

Le sac herniaire d'une **hernie inguinale directe** se développe vers l'avant, à travers la paroi postérieure du canal inguinal, immédiatement en arrière de l'anneau inguinal superficiel. La hernie se développe directement vers l'avant, en dedans des vaisseaux épigastriques, à travers l'anneau inguinal superficiel.

Lors d'actes chirurgicaux, on peut distinguer les hernies inguinales directes des hernies inguinales indirectes par leur position par rapport aux vaisseaux épigastriques inférieurs :

- une hernie inguinale indirecte se développe en dehors des vaisseaux épigastriques inférieurs ;
- une hernie inguinale directe est en dedans des vaisseaux épigastriques inférieurs.

Les hernies inguinales sont plus fréquentes chez les hommes que chez les femmes, peut-être parce que les hommes ont un canal inguinal plus grand que les femmes.

Hernies fémorales

Une **hernie fémorale** se développe à travers le canal fémoral à la partie antéromédiale de la cuisse. Le canal fémoral se situe au bord interne du paquet fémoral, qui contient l'artère fémorale, la veine fémorale et des lymphatiques. L'orifice du canal fémoral est très étroit et est enclin à piéger les viscères dans le sac herniaire, rendant ce type de hernie irréductible et susceptible de strangulation. Les hernies fémorales sont habituellement acquises et apparaissent en général dans les populations d'âge moyen ou plus âgées. De plus, elles ont tendance à être un peu

plus fréquentes chez les femmes, car celles-ci ont un bassin plus large que les hommes.

Hernie du sportif

De façon grossière, l'aine peut être décrite comme la zone où le membre inférieur est relié au tronc, près de la ligne médiane. Ici les muscles abdominaux du tronc se confondent avec les muscles adducteurs de la cuisse, la terminaison médiale du ligament inguinal s'attache au tubercule du pubis, la symphyse pubienne unit les deux os pubiens ensemble, et l'orifice inguinal superficiel (externe) est constitué. C'est aussi au sein et autour de cette région qu'il existe d'importantes translations de forces pendant les activités physiques et sportives. Les douleurs de l'aine ou de la région pubienne peuvent être dues à de nombreuses causes, dont des modifications inflammatoires de la symphyse pubienne, des problèmes d'insertion des muscles droits abdominaux ou des adducteurs et des hernies.

Hernies ombilicales

Les **hernies ombilicales** sont rares. Elles ont quelquefois une origine congénitale et sont alors dues à un défaut de retour des viscères du cordon ombilical dans la cavité abdominale lors du développement. Après la naissance, les hernies ombilicales peuvent être dues à une fermeture incomplète de l'ombilic. Cependant, la plupart de ces hernies se ferment au cours de la première année de vie, et ne nécessitent pas de réparation chirurgicale.

Les **hernies paraombilicales** surviennent chez l'adulte autour de l'ombilic ; elles ont souvent un collet étroit qui appelle un traitement chirurgical.

Hernies chirurgicales

Les **hernies chirurgicales** se développent au travers d'un défect au sein de la cicatrice d'une précédente intervention abdominale. Habituellement, les collets de ces hernies sont larges et ne se compliquent pas de strangulation.

Autres hernies

La **hernie de Spigel** passe en haut à travers la ligne arquée au niveau du bord latéral de la partie inférieure de la gaine des droits. Elle peut présenter comme une masse sensible sur la paroi abdominale antérieure.

Des hernies de la cavité abdominopelvienne peuvent également se développer en association avec les parois pelviennes, au niveau par exemple du canal obturateur, du grand foramen sciatique, au-dessus et en dessous du muscle piriforme.

VISCÈRES ABDOMINAUX

Péritoine

Une fine membrane (le péritoine) tapisse les parois de la cavité abdominale et recouvre la plupart des viscères. Le péritoine pariétal tapisse les parois de la cavité et le péritoine viscéral recouvre les viscères. Les feuillets pariétal et viscéral du péritoine délimitent un espace virtuel (la cavité péritonéale). Les viscères abdominaux sont soit suspendus dans la cavité péritonéale par des replis de péritoine (**mésentères**), soit situés, à l'extérieur de la cavité péritonéale. Les organes suspendus dans la cavité sont décrits comme intrapéritonéaux (fig. 4.53) ; les organes situés à l'extérieur de la cavité péritonéale, recouverts de péritoine seulement sur une face, sont décrits comme rétropéritonéaux.

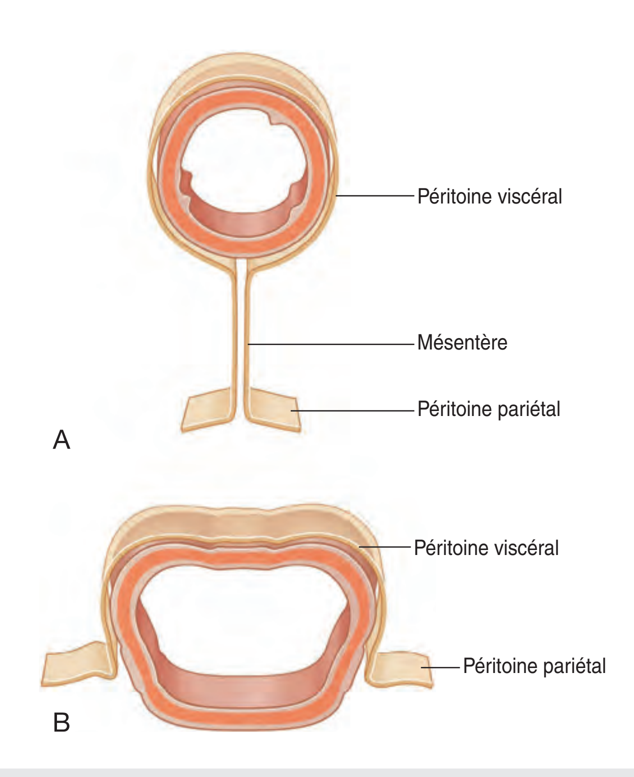


Figure 4.53 A. Intrapéritonéal **B.** Rétropéritonéal.

Innervation du péritoine

Le péritoine pariétal associé à la paroi abdominale est innervé par des afférences somatiques portées par des rameaux des nerfs spinaux qui permettent ainsi une bonne localisation des sensations douloureuses. Le péritoine viscéral est innervé par des afférences viscérales qui accompagnent les nerfs autonomes (sympathiques et parasympathiques) vers le système nerveux central. L'activation de ces fibres transmet des sensations d'inconfort mal localisées et entraîne une activité motrice viscérale réflexe.

Cavité péritonéale

La cavité péritonéale est elle-même subdivisée en grande cavité et bourse omentale (petite cavité ou arrière-cavité des épiploons ; fig. 4.54).

- La grande cavité comprend la majorité de l'espace de la cavité péritonéale, commençant en haut sous le diaphragme et se prolongeant en bas dans la cavité pelvienne. La pénétration dans la grande cavité est définie par la traversée du péritoine pariétal.
- La bourse omentale est une portion plus petite de la cavité péritonéale, en arrière de l'estomac et du foie, elle est en continuité avec la grande cavité par un orifice, le foramen omental (fig. 4.55).

Le foramen omental (épiploïque) est entouré par plusieurs structures recouvertes de péritoine : la veine porte, l'artère hépatique propre et le conduit cholédoque (biliaire) en avant ; la veine cave inférieure en arrière ; le lobe caudé du foie en haut ; et la première portion du duodénum en bas.

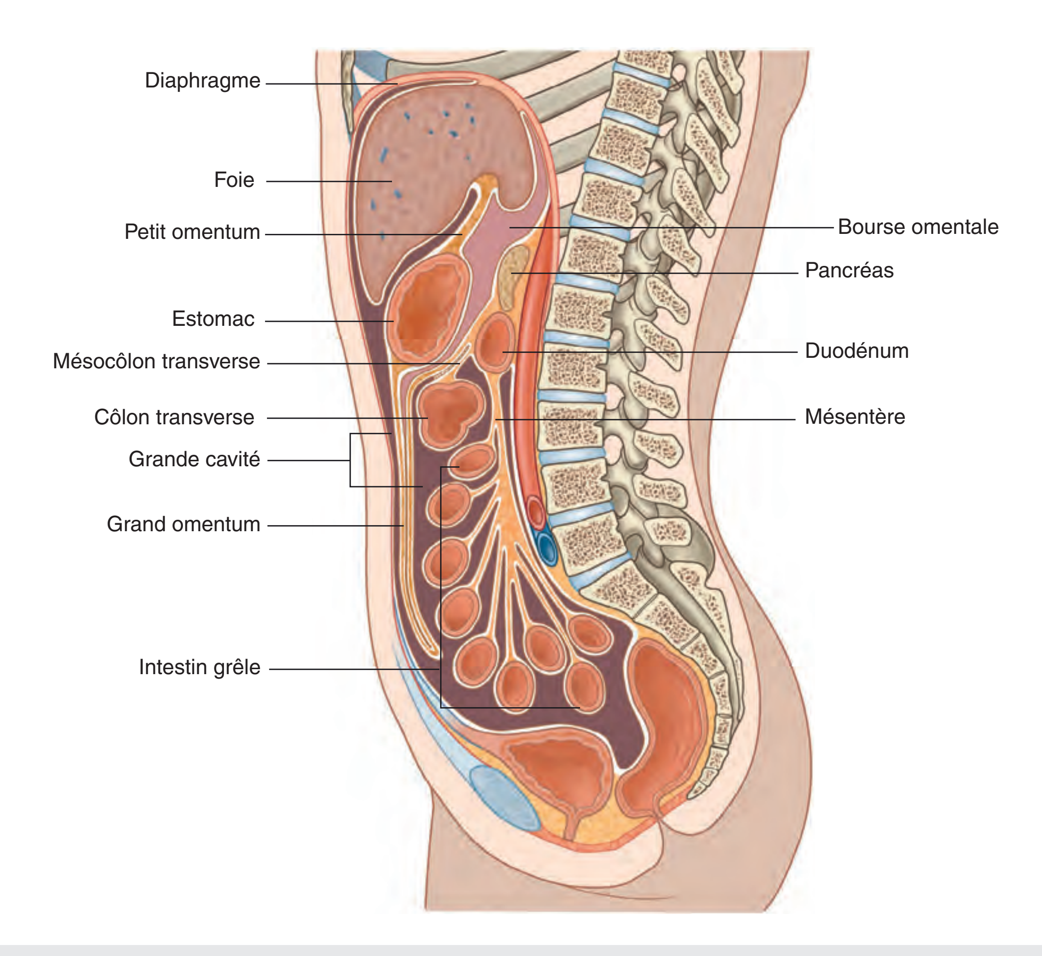


Figure 4.54 Grande et petite cavités péritonéales.



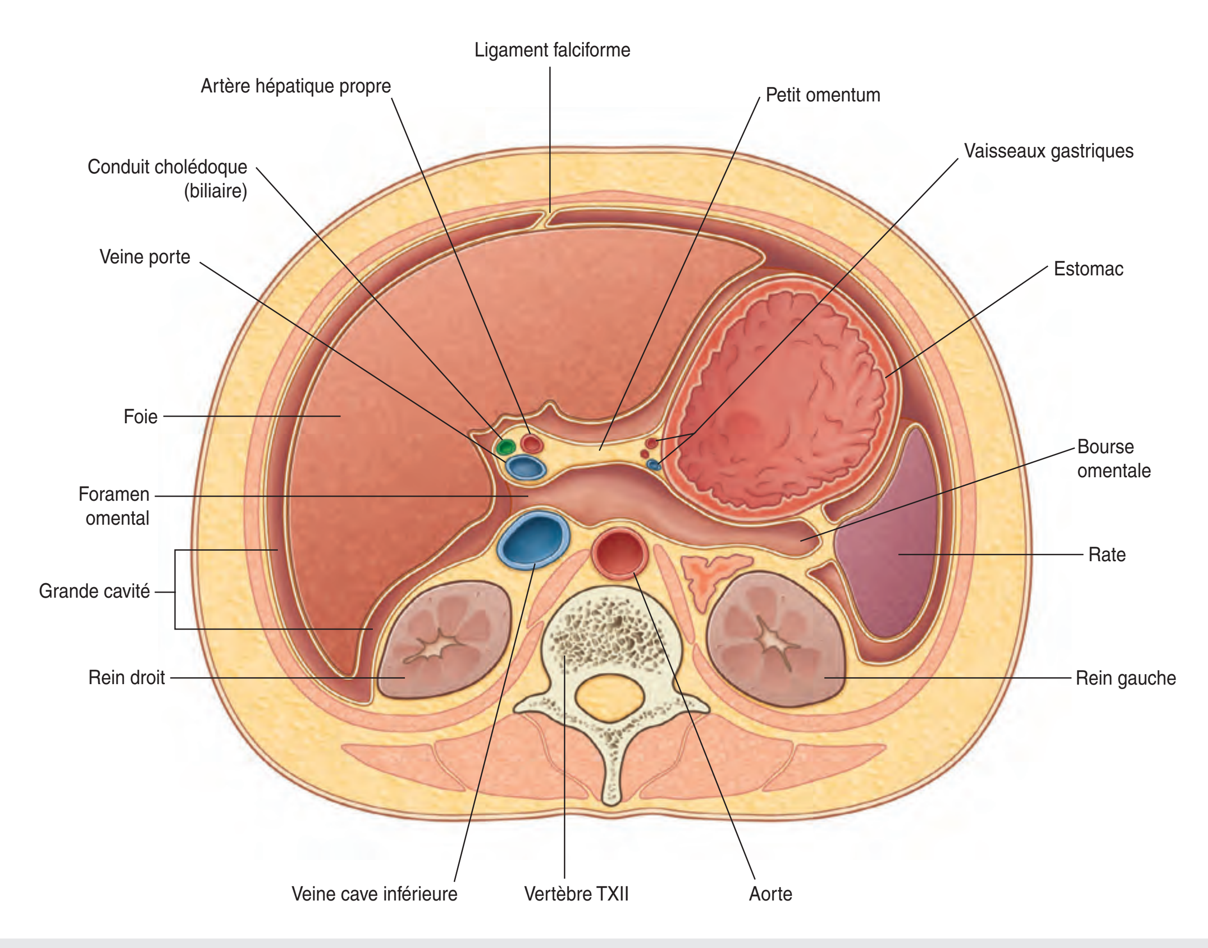


Figure 4.55 Coupe horizontale montrant la continuité entre les grandes et petites cavités à travers le foramen omental (épiploïque).

En clinique

Péritoine

Une petite quantité de liquide péritonéal est présente dans la cavité péritonéale ; il lubrifie les mouvements des viscères suspendus dans la cavité abdominale. Il n'est pas détectable en temps normal sur des imageries comme l'échographie et la tomodensitométrie. Dans des pathologies variées (par exemple la cirrhose du foie, la pancréatite aiguë ou l'insuffisance cardiaque), le volume du liquide péritonéal peut augmenter et cet épanchement est appelé ascite. Dans les épanchements de grande abondance, une distension abdominale peut être observée (fig. 4.56).

L'espace péritonéal présente une grande surface, qui favorise la diffusion de maladies au sein de la cavité péritonéale. Réciproquement, cette grande superficie peut être utilisée pour l'administration de certains types de traitement ou lors de certaines interventions.

Drainage ventriculopéritonéal

Les patients souffrant d'une hydrocéphalie obstructive (accumulation excessive de liquide cérébrospinal dans le système ventriculaire cérébral) requièrent un drainage continu de ce liquide. Cela est réalisé au moyen d'un long cathéter dont l'une des extrémités est positionnée à travers le crâne, dans les ventricules cérébraux, et l'autre dans la cavité péritonéale, à travers la paroi abdominale, le corps du cathéter passant sous le scalp et la peau du cou et de la paroi thoracique. Le liquide cérébrospinal se draine ainsi grâce au tube dans la cavité péritonéale où il est absorbé.

Dialyse et dialyse péritonéale

Les personnes développant une insuffisance rénale terminale nécessitent des dialyses pour vivre. Il existe deux méthodes de dialyse.

Dans la première méthode (**hémodialyse**), du sang est prélevé de la circulation, puis dialysé à travers une membrane artificielle complexe et, enfin, réinjecté dans l'organisme. Un débit sanguin élevé est nécessaire afin de rejeter l'excès de liquide, d'échanger les électrolytes et d'éliminer les métabolites toxiques. Pour accomplir cela, on utilise :

- soit une fistule artérioveineuse, qui est réalisée chirurgicalement (en anastomosant une artère à une veine, habituellement au membre supérieur, celle-ci demandant environ 6 semaines pour « mûrir ») et qui est cathétérisée à chaque fois que le patient a une dialyse ;
- soit un dispositif implantable, le cathéter étant placé dans l'atrium droit, au moyen duquel le sang peut être prélevé et réinjecté.



Figure 4.56 Coupe coronale TDM montrant l'ascite dans la cavité abdominale.

Dans la seconde méthode (**dialyse péritonéale**), le péritoine est utilisé comme membrane de dialyse. La grande surface de la cavité péritonéale est une membrane de dialyse idéale pour l'échange de liquide et d'électrolytes. Pour réaliser ce type de dialyse, un petit tube est inséré à travers la paroi abdominale et le liquide de dialyse est injecté dans la cavité péritonéale. Les électrolytes et les molécules sont échangés à travers le péritoine entre le liquide de dialyse et le sang. Une fois la dialyse terminée, le liquide est retiré.

Diffusion péritonéale des maladies

La grande surface de la cavité péritonéale permet aux infections et aux pathologies malignes de diffuser facilement dans tout l'abdomen (fig. 4.57). Si des cellules malignes pénètrent dans la cavité péritonéale par invasion directe (comme lors d'un cancer du côlon ou de l'ovaire), la diffusion peut être rapide. De même, un chirurgien excisant une tumeur maligne en laissant des cellules malignes dans la cavité péritonéale peut détériorer le pronostic vital du patient. L'infection peut également diffuser à travers la grande surface de la cavité.

La cavité péritonéale peut aussi agir comme une barrière contre la maladie et la contenir. Une infection intra-abdominale aura ainsi tendance à être contenue dans la cavité abdominale sous le diaphragme plutôt qu'à essaimer aux autres cavités de l'organisme.

Perforation digestive

La perforation d'un viscère (la perforation d'un ulcère du duodénum par exemple) laisse souvent du gaz s'échapper dans la cavité péritonéale. Ce gaz péritonéal peut être vu sur une radiographie thoracique « debout » – le gaz peut être observé en très petites quantités sous le diaphragme. Un patient présentant une importante douleur abdominale et du gaz sous-diaphragmatique nécessite une laparotomie (fig. 4.58).

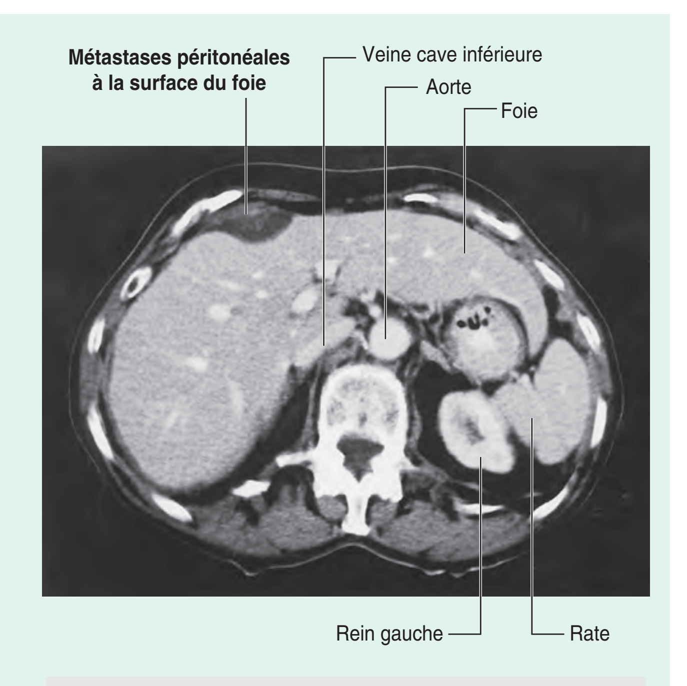


Figure 4.57 Métastases péritonéales à la surface du foie. Coupe tomodensitométrique dans le plan axial, à la partie supérieure de l'abdomen.

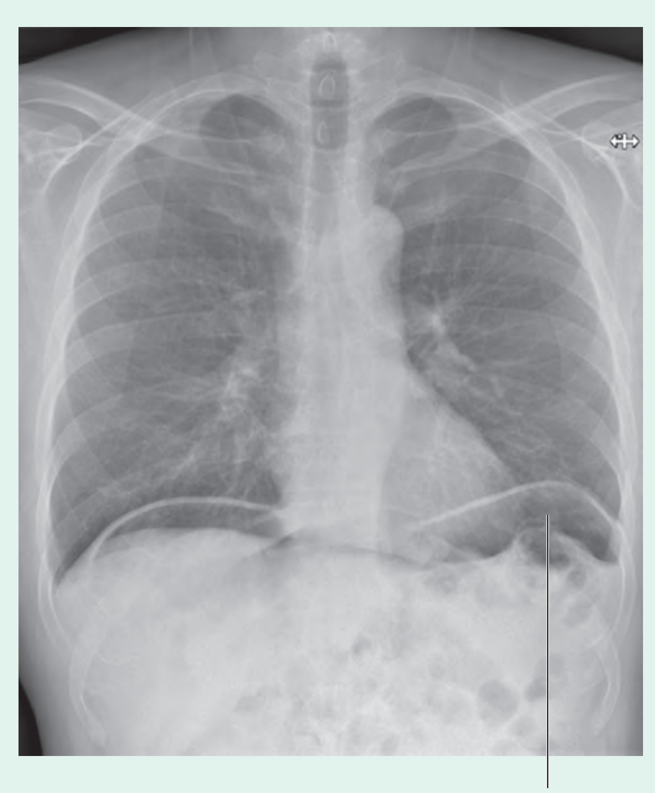


Figure 4.58 Radiographie d'un épanchement gazeux subdiaphragmatique

Omentums, mésentères et ligaments

Au sein de la cavité péritonéale, de nombreux replis péritonéaux relient les organes entre eux ou à la paroi abdominale. Ces replis (omentums, mésentères et ligaments) se sont développés à partir des mésentères primitifs dorsal et ventral, qui suspendent le tractus gastro-intestinal en développement dans la cavité cœlomique embryonnaire. Certains contiennent des vaisseaux et des nerfs pour les viscères, alors que d'autres participent à maintenir la position des viscères dans la cavité.

Omentum

Un omentum est formé de deux feuillets de péritoine, reliant l'estomac et la première portion du duodénum à d'autres viscères. Il en existe deux :

- le grand omentum, qui est issu du mésentère dorsal ;
- le petit omentum, issu du mésentère ventral.

Grand omentum

Le **grand omentum** est un grand repli péritonéal, en forme de tablier, qui s'insère sur la grande courbure de l'estomac et la première portion du duodénum (fig. 4.59). Il se drape vers le bas sur le côlon transverse et les anses du jéjunum et de l'iléum (voir fig. 4.54). En arrière, il remonte pour s'accoler et adhérer au péritoine à la face supérieure du côlon transverse et au feuillet antérieur du mésocôlon transverse, avant de rejoindre la paroi postérieure de l'abdomen.

La fine membrane qui constitue le grand omentum contient toujours une certaine quantité de tissu graisseux, qui peut devenir importante chez certains individus. De plus, il porte deux artères et leurs veines satellites, les **vaisseaux gastro-omentaux droit** et **gauche**, à l'intérieur du double feuillet péritonéal, juste en dessous de la grande courbure de l'estomac.

Petit omentum

L'autre omentum formé de deux feuillets péritonéaux est le **petit omentum** (fig. 4.60). Il est tendu entre la petite courbure gastrique et la première portion du duodénum à la face inférieure du foie (fig. 4.54 et fig. 4.60).

Le petit omentum est constitué d'une fine membrane en continuité avec le péritoine recouvrant les faces antérieure et postérieure de l'estomac, et de la première portion du duodénum. Il est divisé en :

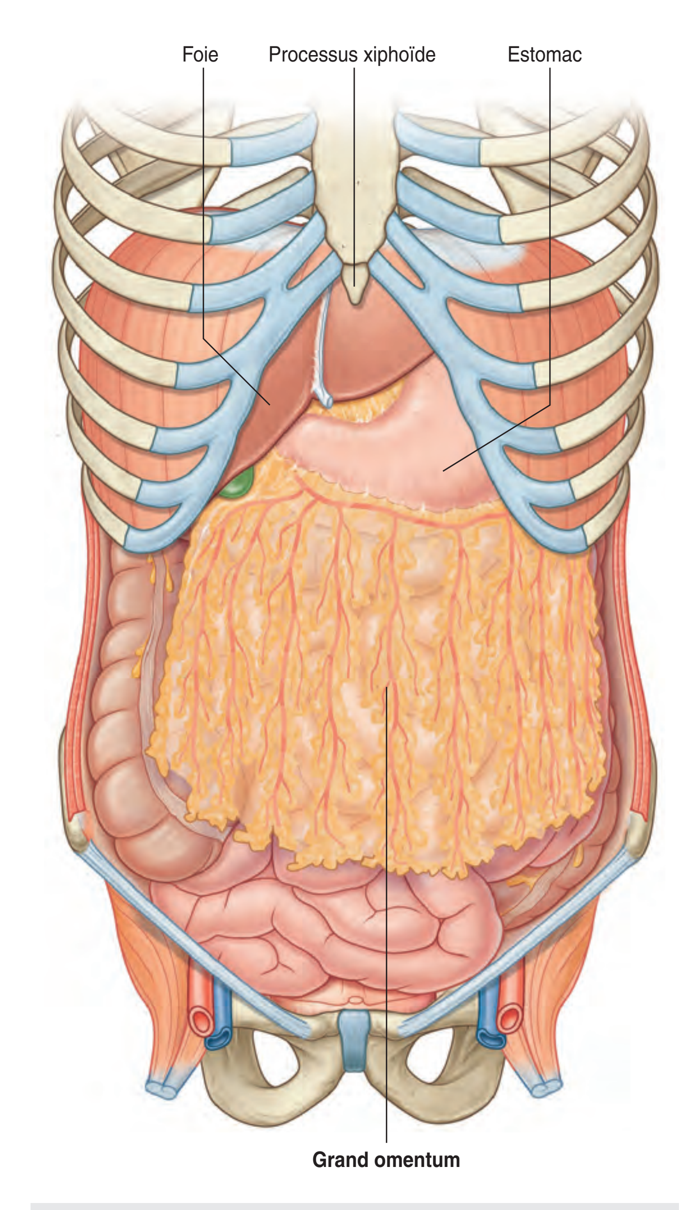


Figure 4.59 Grand omentum.

- un **ligament hépatogastrique** médial, qui relie l'estomac et le foie ;
- un **ligament hépatoduodénal latéral**, qui relie le duodénum et le foie.

Le ligament hépatoduodénal se termine latéralement en bord libre et sert de limite antérieure au foramen omental (fig. 4.55). Ce bord libre contient l'artère hépatique propre, le conduit cholédoque et la veine porte. De plus, les vaisseaux gastriques droit et gauche cheminent entre les feuillets du petit omentum, près de la petite courbure gastrique.

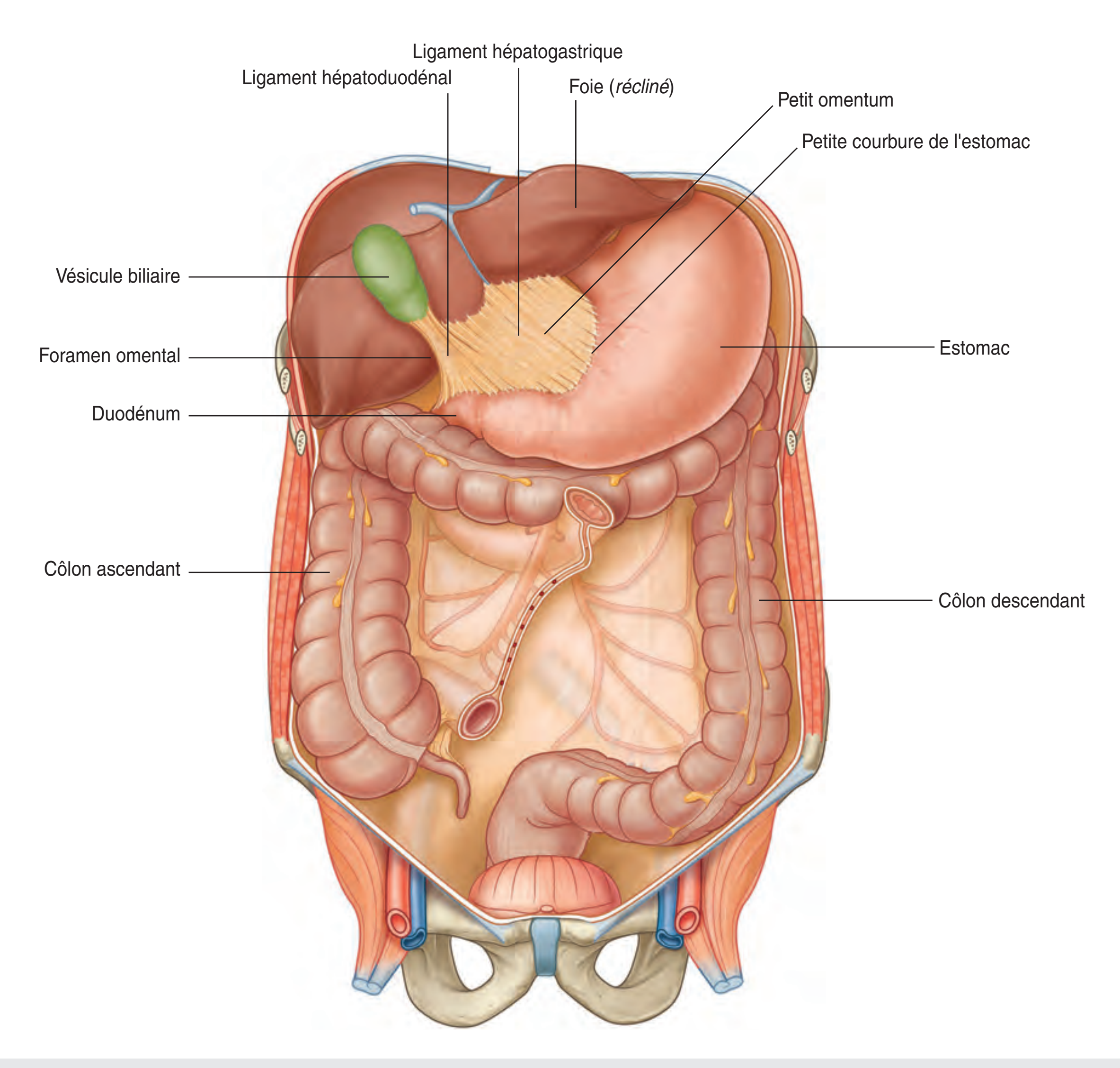


Figure 4.60 Petit omentum.

En clinique

Grand omentum

Lorsqu'une laparotomie est réalisée et que la cavité péritonéale est ouverte, la première structure habituellement rencontrée est le grand omentum. Cette membrane vasculoadipeuse en double feuillet s'accroche à la grande courbure de l'estomac comme un tablier ; elle se drape sur le côlon transverse et se trouve librement suspendue dans la cavité abdominale. Le grand omentum est souvent décrit comme le « gendarme de l'abdomen » en raison de son apparente capacité à « migrer » vers n'importe quelle zone inflammatoire et à s'enrouler autour de l'organe atteint pour « cloisonner » l'inflammation. Quand une partie des viscères devient inflammatoire, son péristaltisme cesse. Ce secteur privé de péristaltisme constitue un iléus paralytique local. Le reste des viscères continue à bouger et informe le grand omentum sur la zone où le péristaltisme a disparu. La réaction inflammatoire locale diffuse au grand omentum, qui se met alors à adhérer à la région viscérale atteinte.

Le grand omentum est également un site important de diffusion de métastases tumorales. Une diffusion tumorale directe au grand omentum par voie transcœlomique est courante dans les carcinomes ovariens. Quand une métastase se développe dans le grand omentum, il devient sensiblement plus épais.

En imagerie tomodensitométrique ou lors d'une laparoscopie, un omentum épaissi est décrit comme un « gâteau » (*omental cake*).

Mésentères

Les mésentères sont des replis péritonéaux qui relient les viscères à la paroi abdominale postérieure. Ils permettent un certain degré de mouvement et servent de passage aux artères, veines et lymphatiques destinés aux viscères ; ils comprennent :

- le mésentère – associé à certaines parties de l'intestin grêle ;
- le mésocôlon transverse – associé au côlon transverse ;
- le mésocôlon sigmoïde – associé au côlon sigmoïde.

Ceux-ci sont tous issus du mésentère dorsal.

Mésentère

Le **mésentère** est un grand repli péritonéal à double feuillets, en forme d'éventail. Son attache supérieure est au niveau de la jonction duodénojéjunale, juste à gauche de la partie supérieure de la colonne lombale. Son insertion périphérique est le bord intestinal (fig. 4.61). Il a la forme d'un éventail dont la corde représente l'attache pariétale et l'arc périphérique le bord intestinal. La racine du mésentère s'attache en haut au niveau de la jonction duodénojéjunale, juste à gauche de la partie supérieure de la colonne lombale. Elle se dirige ensuite obliquement en bas et à droite, et se termine au niveau de la jonction iléocæcale près du bord supérieur de l'articulation sacro-iliaque gauche. Le bord intestinal étant beaucoup plus long que l'attache, le mésentère apparaît comme plissé. Les artères, les veines, les nerfs et les lymphatiques pour le jéjunum et l'iléum cheminent dans la graisse entre les deux feuillets péritonéaux du mésentère.

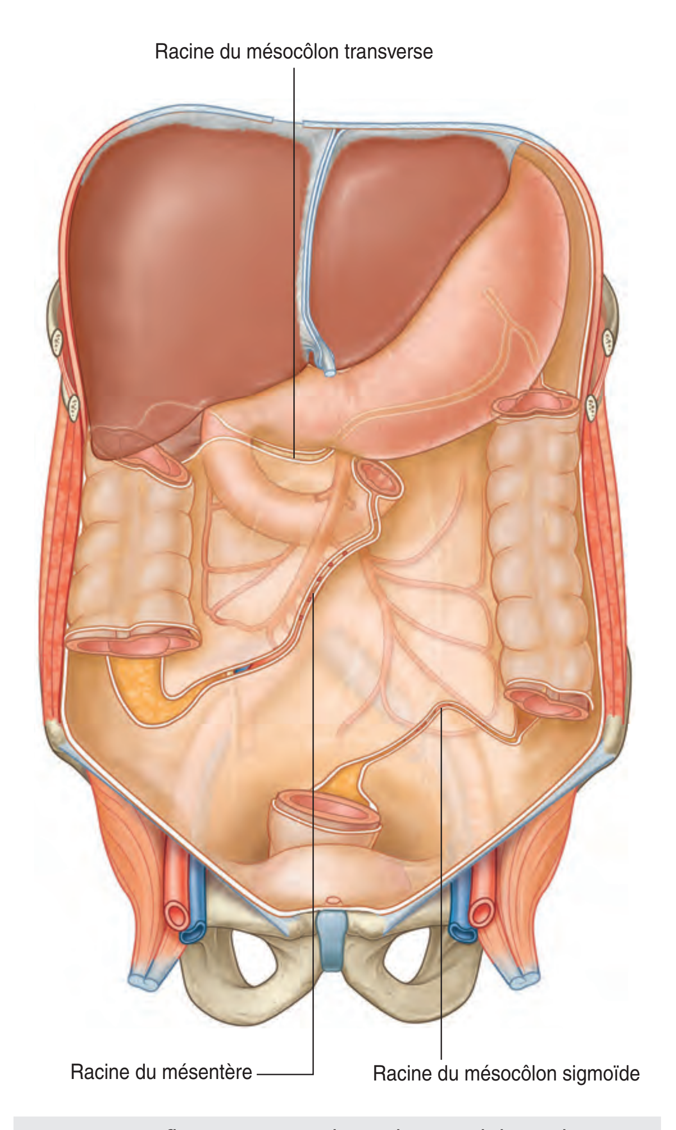


Figure 4.61 Réflexions péritonéales sur la paroi abdominale postérieure, formant les mésentères.

Mésocôlon transverse

Le **mésocôlon transverse** est un repli de péritoine qui relie le côlon transverse à la paroi abdominale postérieure (fig. 4.61). Ses deux feuillets de péritoine quittent la paroi abdominale postérieure en regard de la face antérieure de la tête et du corps du pancréas, et se dirigent vers l'avant pour entourer le côlon transverse. Les artères, les veines, les nerfs et les lymphatiques pour le côlon transverse cheminent entre ses deux feuillets. Le feuillet antérieur du mésocôlon transverse est adhérent au feuillet postérieur du grand omentum.

Mésocôlon sigmoïde

Le **mésocôlon sigmoïde** est un repli péritonéal en forme de V inversé qui relie le côlon sigmoïde à la paroi abdominale postérieure (fig. 4.61). Le sommet du V se situe près de la division de l'artère iliaque commune gauche en branches interne et externe ; le bras gauche du V descend le long du bord médial du muscle grand psoas gauche, et son bras droit descend dans le pelvis jusqu'au niveau de la vertèbre sacrale SIII. Les vaisseaux pour le sigmoïde et le rectum supérieur ainsi que les nerfs et les lymphatiques pour le côlon sigmoïde cheminent à travers ce repli péritonéal.

Ligaments

Les ligaments péritonéaux sont formés de deux feuillets de péritoine reliant deux organes entre eux, ou reliant un organe à la paroi de l'organisme ; ils peuvent constituer une partie d'un omentum. Ils sont habituellement nommés d'après les structures qu'ils relient. Par exemple, le ligament splénorénal relie le rein gauche à la rate, et le ligament gastrophrénique relie l'estomac au diaphragme.

Organes

Œsophage abdominal

L'œsophage abdominal représente la petite partie distale de l'œsophage située dans la cavité abdominale. Émergeant à travers le pilier droit du diaphragme habituellement au niveau de la vertèbre TX, il va du hiatus œsophagien à l'orifice du cardia de l'estomac, situé juste à gauche de la ligne médiane (fig. 4.62).

Les troncs vagues antérieur et postérieur se joignent à l'œsophage lorsqu'il pénètre dans la cavité abdominale :

- le **tronc vague antérieur** est formé de plusieurs petits troncs dont les fibres proviennent principalement du nerf vague gauche – la rotation du tube digestif pendant le développement déplace ces fibres vers la face antérieure de l'œsophage ;
- de la même manière, le **tronc vague postérieur** est formé d'un seul tronc dont les fibres proviennent principalement du nerf vague droit – les mouvements de rotation pendant le développement déplacent ce tronc vers la paroi postérieure de l'œsophage.

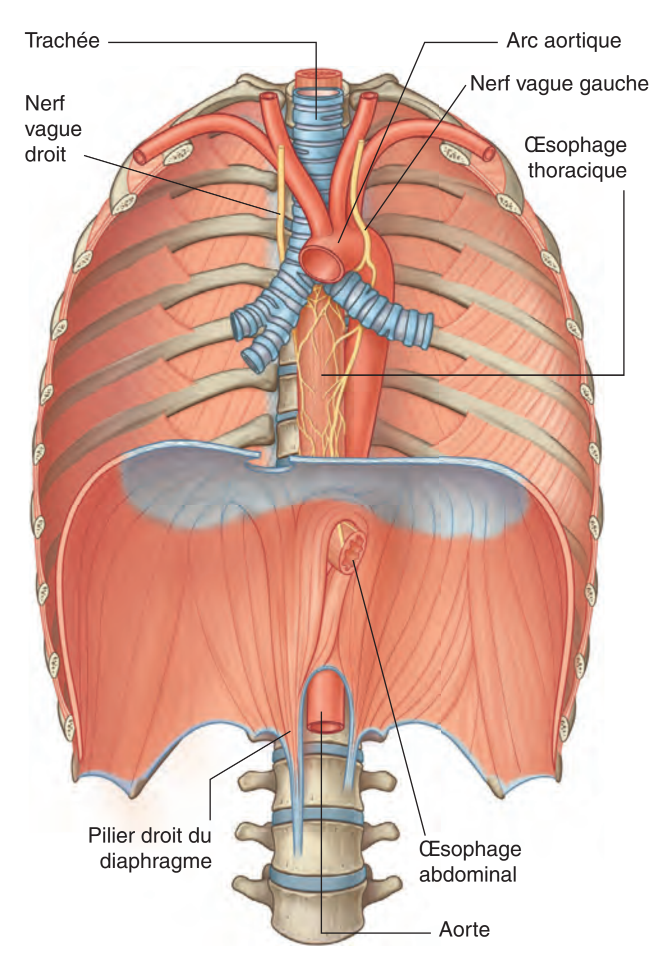


Figure 4.62 Œsophage abdominal.

La vascularisation artérielle de l'œsophage abdominal (fig. 4.63) est assurée par :

- des branches œsophagiennes de l'artère gastrique gauche (issue du tronc cœliaque) ;
- des branches œsophagiennes de l'artère phrénique inférieure gauche (issue de l'aorte abdominale).

Estomac

L'estomac est la partie la plus dilatée du tractus gastro-intestinal, et présente une forme de J (fig. 4.64 et fig. 4.65). Placé entre l'œsophage abdominal et l'intestin grêle, l'estomac se situe dans les régions épigastrique, ombilicale et de l'hypochondre gauche de l'abdomen.

L'estomac est subdivisé en quatre régions :

- le **cardia**, qui entoure l'abouchement de l'œsophage dans l'estomac ;
- le **fundus gastrique**, qui est la région située au-dessus de l'orifice du cardia ;
- le **corps de l'estomac**, qui est la plus grande région ;
- la **portion pylorique**, qui est la portion distale de l'estomac et qui est divisée en **antre pylorique** et en **canal pylorique**.

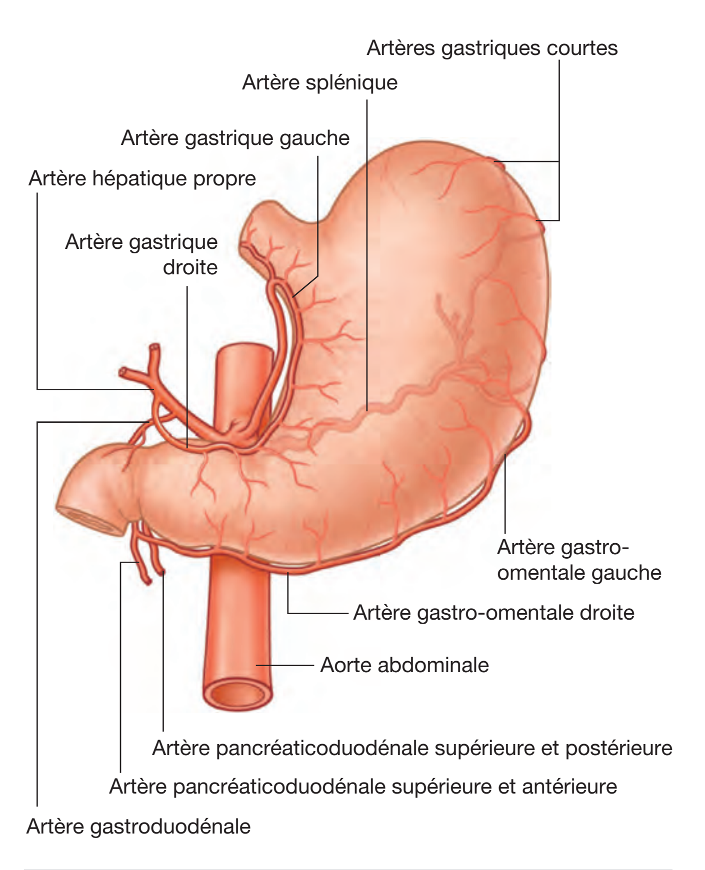


Figure 4.63 Vascularisation artérielle de l'œsophage abdominal et de l'estomac.

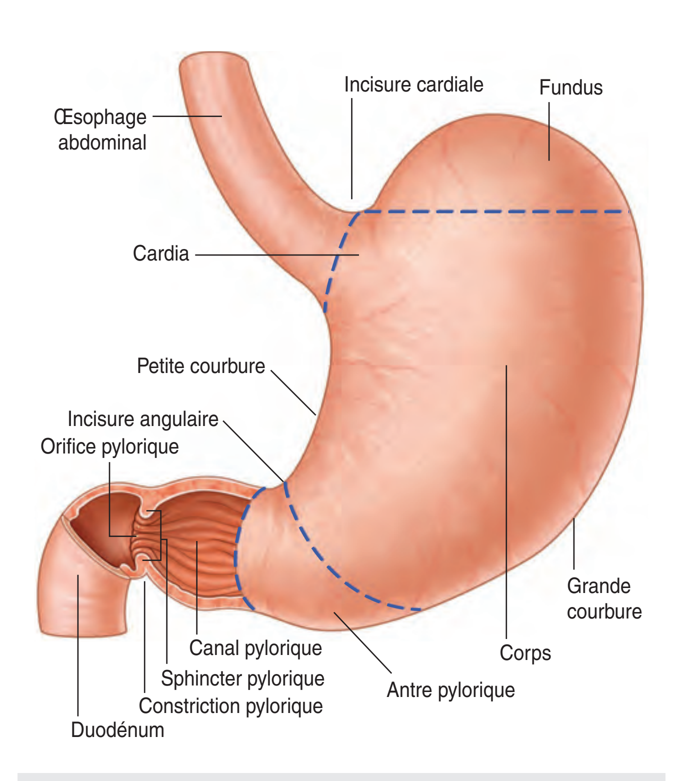


Figure 4.64 Estomac.

La partie la plus distale de la portion pylorique de l'estomac est le **pylore** (fig. 4.64). Celui-ci est marqué à la surface de l'organe par la **constriction pylorique** et constitue un épais anneau de muscle gastrique circulaire, le **sphincter pylorique**, qui circonscrit l'orifice distal de l'estomac, l'**orifice pylorique** (fig. 4.64 et fig. 4.65B). L'orifice pylorique est situé juste à droite de la ligne médiane dans un plan qui passe au niveau du bord inférieur de la vertèbre LI (**plan transpylorique**).

Les autres éléments de l'estomac sont :

- la **grande courbure**, qui est le lieu d'insertion du ligament gastrosplénique et du grand omentum ;
- la **petite courbure**, qui est le lieu d'insertion du petit omentum ;
- l'**incisure cardiale**, qui est l'angle supérieur créé par la pénétration de l'œsophage dans l'estomac ;
- l'**incisure angulaire**, qui est une inflexion dans la petite courbure.

La vascularisation artérielle de l'estomac (fig. 4.63) est assurée par :

- l'artère gastrique gauche issue du tronc cœliaque ;
- l'artère gastrique droite issue de l'artère hépatique propre ;

Figure 4.65 Radiographies avec baryum montrant l'estomac et le duodénum. **A.** Radiographie en double contraste de l'estomac. **B.** Radiographie en double contraste montrant l'ampoule duodénale.

- l'artère gastro-omentale droite issue de l'artère gastroduodénale ;
- l'artère gastro-omentale gauche issue de l'artère splénique ;
- l'artère gastrique postérieure issue de l'artère splénique (inconstante).

Intestin grêle

L'intestin grêle est la partie la plus longue du tractus gastro-intestinal. Il s'étend de l'orifice pylorique jusqu'à la jonction iléocæcale. Ce tube creux, qui est long d'environ 6 à 7 mètres avec un diamètre diminuant du début vers la fin, comprend le duodénum, le jéjunum et l'iléum.

Duodénum

La première partie de l'intestin grêle est le duodénum. Cette structure en forme de C, entourant la tête du pancréas, mesure 20 à 25 cm de long et est située au-dessus de l'ombilic ; sa lumière est la plus large de l'intestin grêle (fig. 4.66). Le duodénum est rétropéritonéal sauf au niveau de sa partie proximale qui est reliée au foie par le ligament hépatoduodénal, élément du petit omentum.

Le duodénum présente quatre portions (fig. 4.66).

- La **partie supérieure** (première partie) s'étend de l'orifice pylorique de l'estomac au col de la vésicule biliaire, immédiatement sur la droite du corps vertébral de LI ; elle passe en avant du conduit cholédoque, de l'artère gastroduodénale, de la veine porte et de la veine cave inférieure. Cliniquement, la portion initiale de cette partie du duodénum est appelée ampoule duodénale, et la majorité des ulcères duodénaux se produisent dans cette partie du duodénum.
- La **partie descendante** (deuxième partie) du duodénum est située juste à droite de la ligne médiane et s'étend du col de la vésicule au bord inférieur de la vertèbre LIII. Elle est croisée en avant par le côlon transverse, en arrière elle est en rapport avec le rein droit, et en dedans avec la tête du pancréas. Cette partie du duodénum contient la **papille duodénale majeure** (**grande caroncule**), où s'abouchent le cholédoque et le conduit pancréatique principal, et la

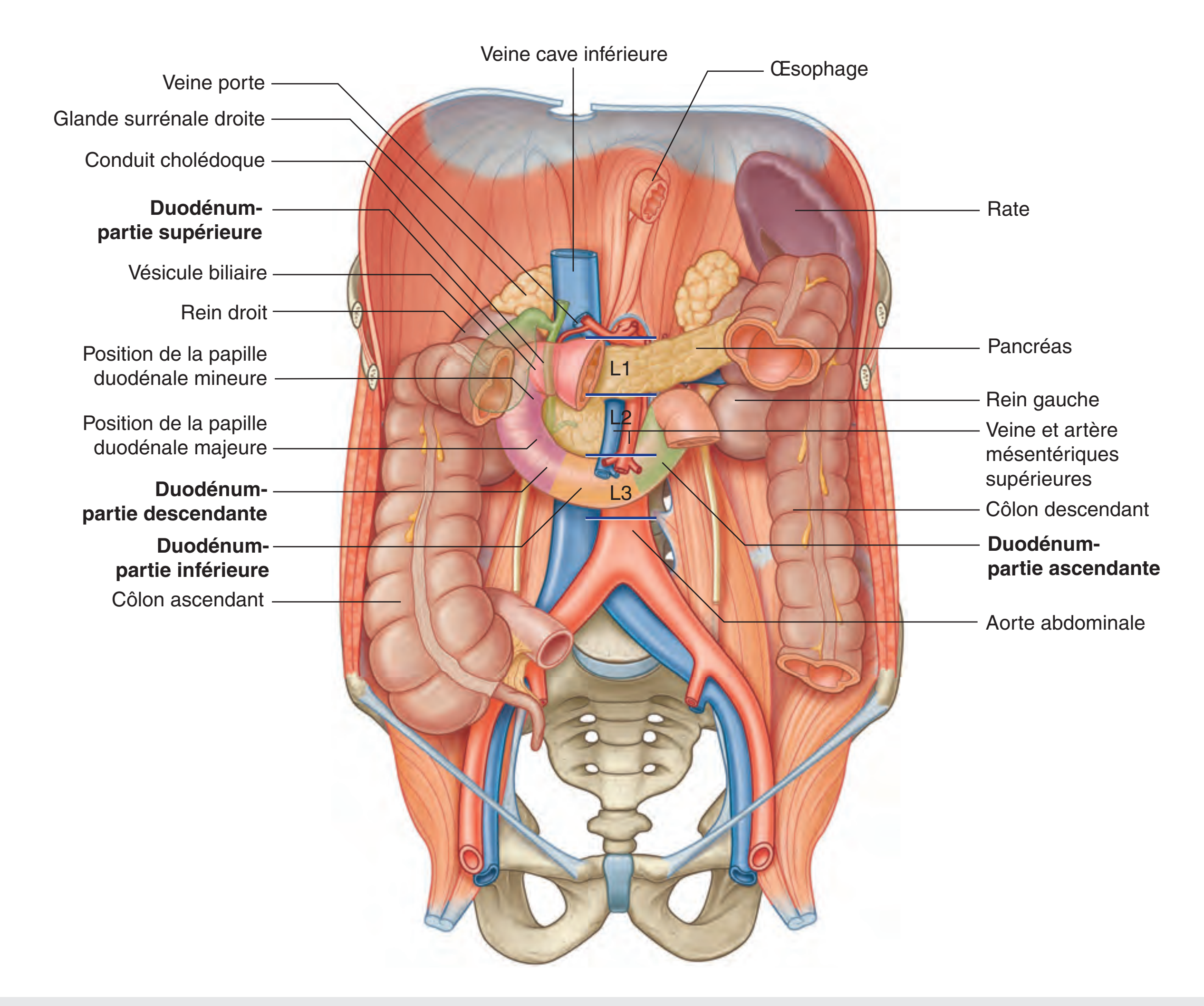


Figure 4.66 Duodénum.



papille duodénale mineure (**petite caroncule**), où s'abouche le conduit pancréatique accessoire ; c'est juste au-dessus de la papille duodénale majeure que se trouve la jonction entre l'intestin primitif antérieur et moyen.
- La **partie inférieure** (troisième partie) du duodénum est la plus longue portion ; elle croise la veine cave inférieure, l'aorte et la colonne vertébrale (fig. 4.65B et fig. 4.66) – elle est croisée en avant par l'artère et la veine mésentériques supérieures.
- La **partie ascendante** (quatrième partie) du duodénum remonte en avant ou à gauche de l'aorte, approximativement à la hauteur du bord supérieur de la vertèbre LII, et elle se termine au niveau de l'**angle duodénojéjunal**.

L'angle duodénojéjunal est entouré par un repli de péritoine contenant des fibres musculaires appelées **le muscle suspenseur du duodénum (ligament de Treitz)**.

La vascularisation artérielle du duodénum (fig. 4.67) est assurée par :

- des branches de l'artère gastroduodénale ;
- l'artère supraduodénale issue de l'artère gastroduodénale ;
- des branches duodénales de l'artère pancréaticoduodénale supérieure et antérieure (issue de l'artère gastroduodénale) ;
- des branches duodénales de l'artère pancréaticoduodénale supérieure et postérieure (issue de l'artère gastroduodénale) ;
- des branches duodénales de l'artère pancréaticoduodénale inférieure et antérieure (issue de l'artère pancréaticoduodénale inférieure – une branche de l'artère mésentérique supérieure) ;
- des branches duodénales de l'artère pancréaticoduodénale inférieure et postérieure (issue de l'artère pancréaticoduodénale inférieure – une branche de l'artère mésentérique supérieure) ;
- la première branche jéjunale de l'artère mésentérique supérieure.

Jéjunum

Le jéjunum et l'iléum forment les deux dernières parties de l'intestin grêle (fig. 4.68). Le jéjunum comprend les deux cinquièmes proximaux de celui-ci. Il est situé essentiellement dans le quadrant supérieur gauche de l'abdomen, et il possède un diamètre plus large et une paroi plus épaisse que l'iléum. De plus, la muqueuse interne du jéjunum est caractérisée par la présence de nombreux replis proéminents qui circonscrivent sa lumière (plicae circulares). Il présente également une caractéristique particulière quant à sa vascularisation : ses arcades

Figure 4.67 Vascularisation artérielle du duodénum.

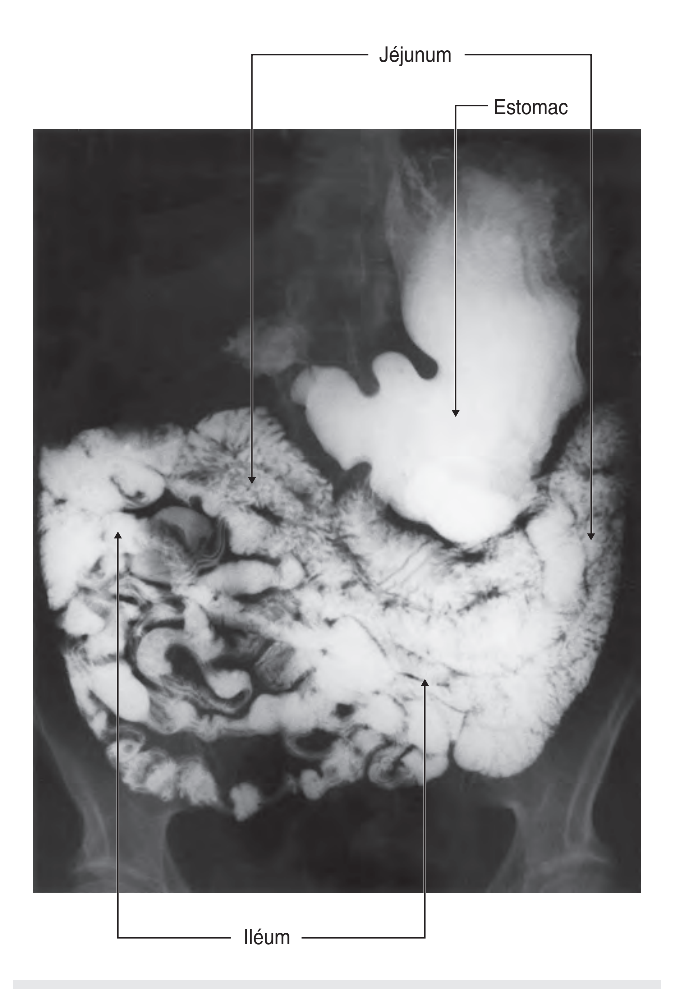


Figure 4.68 Radiographie au baryum montrant le jéjunum et l'iléum.

artérielles sont moins importantes et ses vasa recta (vaisseaux droits) sont plus longs que ceux de l'iléum (fig. 4.69).

La vascularisation artérielle du jéjunum est assurée par des artères jéjunales issues de l'artère mésentérique supérieure.

Iléum

L'iléum comprend les trois cinquièmes distaux de l'intestin grêle et il est situé essentiellement dans le quadrant inférieur droit de l'abdomen. Par rapport au jéjunum, l'iléum a une paroi plus fine, des replis muqueux moins nombreux et moins proéminents (plicae circulares), des vasa recta plus courts, des arcades artérielles plus nombreuses et plus de graisse mésentérique (fig. 4.69).

L'iléum s'abouche dans le côlon à la jonction entre le cæcum et le côlon ascendant. Deux replis se projettent dans la lumière cæcale (**valve iléocæcale**) et entourent cet orifice (fig. 4.70). Les replis de la valve iléocæcale se rejoignent à angle aigu à leurs extrémités. La musculature de l'iléum se prolonge dans chacun des replis, constituant ainsi un sphincter. On attribue plusieurs fonctions à la valve iléocæcale : prévenir le reflux du cæcum vers l'iléum et réguler le passage du bol alimentaire de l'iléum vers le cæcum.

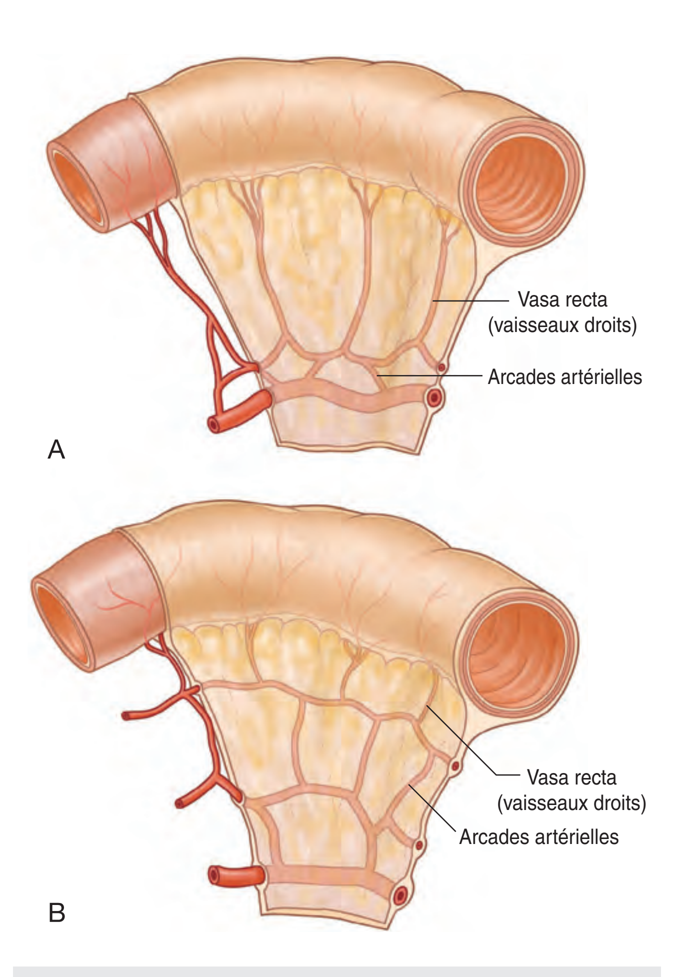
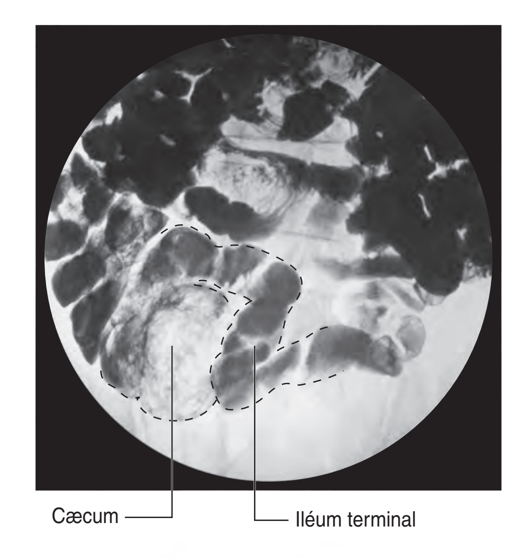
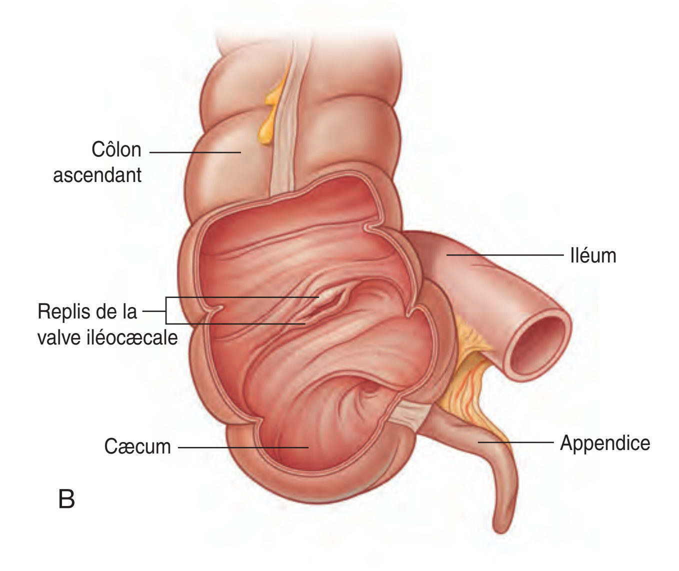


Figure 4.69 Différences au sein de la vascularisation artérielle de l'intestin grêle. **A.** Jéjunum. **B.** Iléum.





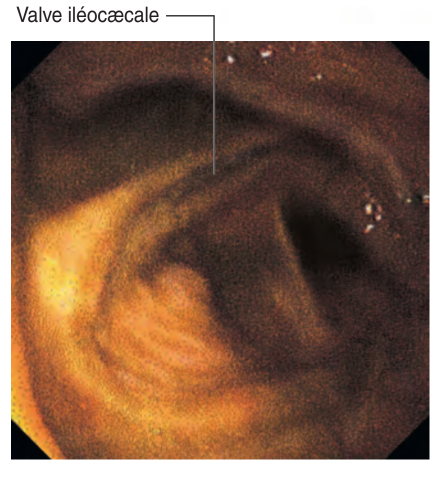


Figure 4.70 Jonction iléocæcale. **A.** Radiographie montrant la jonction iléocæcale. **B.** Illustration montrant la jonction iléocæcale et la valve iléocæcale. **C.** Image endoscopique de la valve iléocæcale.

La vascularisation artérielle de l'iléum (fig. 4.71) est assurée par :

- des artères iléales issues de l'artère mésentérique supérieure ;
- une branche iléale de l'artère iléocolique (issue de l'artère mésentérique supérieure).

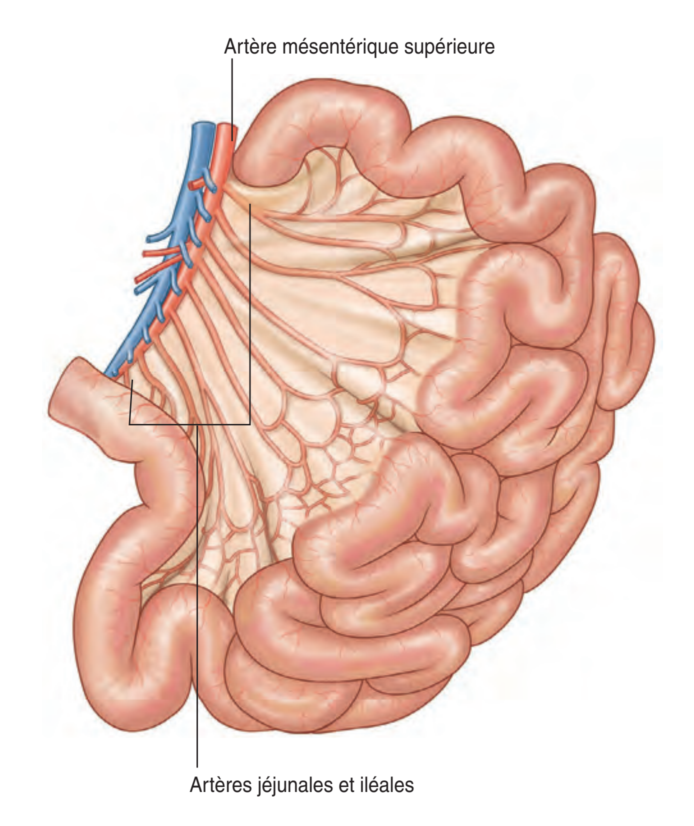


Figure 4.71 Vascularisation artérielle de l'iléum.

En clinique

Transition épithéliale entre œsophage abdominal et estomac

La jonction gastro-œsophagienne est marquée par la transition d'un type d'épithélium (pavimenteux stratifié non kératinisé) vers un autre type d'épithélium (cylindrique). Chez certaines personnes, la transition histologique ne se situe pas au niveau du sphincter physiologique gastro-œsophagien, mais se place plus proximalement au niveau du tiers inférieur de l'œsophage. Cette configuration peut prédisposer certaines personnes aux ulcérations œsophagiennes, et est également associée à un risque accru d'adénocarcinome. Dans certaines affections, comme le reflux gastro-œsophagien, l'épithélium stratifié de l'œsophage peut être le siège d'une métaplasie, et peut être remplacé par un épithélium cylindrique, ce qui définit l'œsophage de Barrett. La présence d'un œsophage de Barrett prédispose ces personnes au développement d'un cancer de l'œsophage (adénocarninome).

En clinique

Ulcération duodénale

Les ulcères duodénaux siègent habituellement dans la partie supérieure du duodénum, et sont bien moins fréquents qu'il y a 50 ans. Au début, il n'y avait pas de traitement et les patients mouraient d'hémorragie ou de péritonite. Lorsque les techniques chirurgicales se sont développées, les patients ayant un ulcère duodénal ont été traités par chirurgie gastro-intestinale afin de prévenir les récidives d'ulcère ; cependant, pour certains patients, le traitement était dangereux. Quand la connaissance et la compréhension des mécanismes de la sécrétion acide dans l'estomac se sont accrues, des médicaments agissant indirectement sur la stimulation et la sécrétion d'acide ont été développés (antagonistes des récepteurs histaminiques H_2) et ont significativement réduit les taux de mortalité et de morbidité de cette pathologie. Actuellement, la thérapie médicamenteuse peut inhiber directement les cellules de l'estomac qui produisent de l'acide, avec par exemple les inhibiteurs de la pompe à protons. Les patients sont également dépistés pour la bactérie Helicobacter pylori, dont l'éradication (par traitement antibiotique) diminue significativement la formation d'ulcères duodénaux.

D'un point de vue anatomique, les ulcères duodénaux siègent autant sur la face antérieure que la face postérieure.

Les ulcères duodénaux postérieurs peuvent se compliquer d'hémorragie grave voire cataclysmique, pouvant aller jusqu'au décès du patient, par érosion vasculaire directement de l'artère gastroduodénale, le plus souvent, ou de l'artère pancréaticoduodénale postérosupérieure. Le traitement consiste alors en une chirurgie abdominale haute extensive avec ligature vasculaire, ou en une procédure endovasculaire, le radiologue cathétérisant le tronc cœliaque par voie fémorale. L'artère hépatique commune et l'artère gastroduodénale sont également cathétérisées et l'hémorragie est enrayée au moyen de *coils*, qui interrompent le flux sanguin (embolisation par microspires métalliques).

Les ulcères duodénaux antérieurs peuvent se compliquer de péritonite par érosion de la paroi intestinale dans la cavité péritonéale. L'intense réaction inflammatoire et l'iléus local ainsi générés entraînent des réactions d'adhésion au sein du grand omentum, essayant de contenir la perforation. L'estomac et le duodénum contiennent habituellement une grande quantité d'air, qui pénètre alors dans la cavité péritonéale ; ce phénomène peut être confirmé sur une radiographie thoracique debout par la présence d'air sous-diaphragmatique. Dans la plupart des cas, le traitement de ce type d'ulcère est chirurgical.

En clinique

Exploration du tractus gastro-intestinal supérieur et inférieur

Il est parfois nécessaire pour certaines pathologies de poursuivre les explorations au niveau de l'œsophage, de l'estomac, du duodénum, du jéjunum proximal et du côlon. Après un interrogatoire et un examen clinique attentif, une série d'examens sanguins standard sont prescrits à la recherche d'hémorragie, d'inflammation ou de tumeur. L'étape suivante dans l'investigation est l'exploration des trois éléments de base du tube digestif, à savoir la lumière, la paroi et les masses extrinsèques, pouvant être responsables de compression ou de perforation du tube digestif.

Exploration de la lumière digestive

L'exploration de la lumière digestive peut être effectuée au moyen d'examens radiologiques après ingestion par le patient de solutions de sulfate de baryum. Ce type d'examen permet de visualiser les masses (polypes, tumeurs) au sein de la lumière digestive ainsi que les ondes péristaltiques. Les patients peuvent également recevoir des granules dégageant du dioxyde de carbone qui remplissent l'estomac ; de cette manière, le baryum est plaqué contre la muqueuse, donnant des images précises et détaillées de la muqueuse gastrique. Ces examens sont relativement simples et peuvent être utilisés pour visualiser l'œsophage, l'estomac, le duodénum et l'intestin grêle. Pour l'imagerie du gros intestin, un lavement baryté peut être réalisé par l'introduction de sulfate de barite dans le côlon. La coloscopie et la la colonographie-tomodensitométrie sont aussi utilisées.

Exploration de la paroi digestive et des masses extrinsèques

L'**endoscopie** est une procédure médicale diagnostique peu invasive qui peut être utilisée pour examiner les surfaces internes d'un organe en insérant un tube dans l'organisme. L'instrument est généralement composé d'un matériel plastique flexible contenant à une extrémité une source lumineuse et un optique. Les images sont alors projetées sur un écran. Certains systèmes permettent le passage de petits instruments à travers le canal principal de l'endoscope afin de réaliser des biopsies et de petites interventions (par exemple enlever des polypes).

En gastro-entérologie, l'endoscopie est utilisée pour examiner l'œsophage, l'estomac, le duodénum et l'intestin grêle (fig. 4.72 à 4.75). Le tube est avalé par le patient sous sédation légère, ce qui est extrêmement bien toléré.

L'examen du côlon est réalisé en introduisant un tube long et flexible à travers l'anus et dans le rectum. L'endoscope est poussé dans le côlon, jusqu'au cæcum et parfois jusqu'à l'iléon terminal. Le patient doit effectuer une préparation intestinale qui est indispensable pour une bonne visualisation de tout le côlon. Des solutions spécifiques sont ingérées pour éliminer tout résidu de matière fécale. L'injection d'air ou d'eau et l'aspiration peuvent être utilisées pour améliorer la vision endocolique. Des biopsies, l'exérèse de polypes, la cautérisation d'un saignement et la mise en place d'un stent peuvent aussi être réalisées en utilisant d'autres instruments passés dans des canaux spécifiques du coloscope.

L'imagerie en coupe par la tomodensitométrie ou la résonance magnétique est une autre possibilité d'examen de la lumière et de la paroi de l'intestin. La résonance magnétique est particulièrement utile dans l'évaluation de l'intestin grêle car elle permet une présentation dynamique de la distension intestinale et de la mobilité, procure une bonne visualisation de l'épaississement segmentaire ou étendu de la paroi intestinale, ou des ulcérations pariétales ou muqueuses, et elle montre bien aussi l'hypervascularité du mésentère (fig. 4.76). Elle est fréquemment utilisée chez les patients porteurs de maladies intestinales inflammatoires, comme la maladie de Crohn.

Colonographie-tomodensitométrie

La colonographie-tomodensitométrie (aussi appelée coloscopie virtuelle ou TDM-pneumocôlon) est une technique alternative pour visualiser les lésions du côlon comme des polypes ou des sténoses par l'utilisation de tomodensitométrie spirale pour obtenir une représentation 3D en haute résolution du gros intestin. Cette technique est moins invasive que la coloscopie traditionnelle, mais l'obtention d'images de bonne qualité impose au patient l'ingestion de préparations intestinales pour nettoyer le côlon, et le côlon doit être insufflé avec du CO_2. Si une tumeur est présente (fig. 4.77), la TDM et l'IRM sont utilisées pour affirmer la topographie de la maladie (IRM), les lymphonœuds pathologiques (IRM, TDM) et les métastases à distance (TDM).



Figure 4.72 L'endoscope est un tube en plastique souple qui peut être contrôlé par son extrémité proximale. Par une de ses extrémités, divers matériels peuvent être insérés ; ils servent à effectuer des biopsies et à réaliser de petits gestes chirurgicaux endoluminaux (par exemple l'exérèse de polypes).



En clinique—Suite

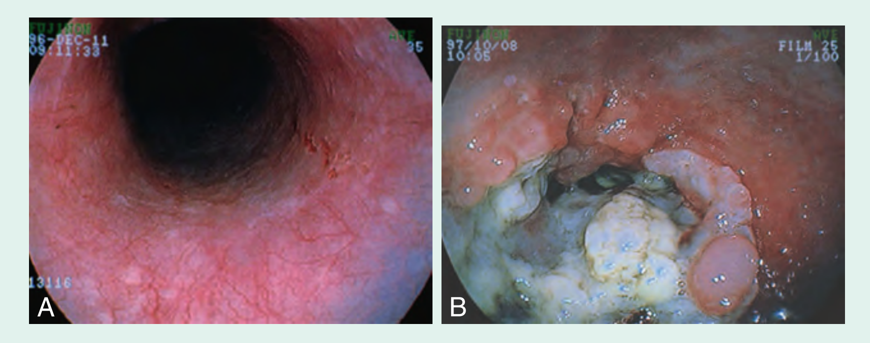


Figure 4.73 Endoscopie de la jonction gastro-œsophagienne. **A.** Normal. **B.** Cancer de l'œsophage à la jonction œsophagienne.



Figure 4.74 Image endoscopique de l'antre pylorique de l'estomac, regardant vers le pylore.



Figure 4.75 Image endoscopique d'une deuxième partie du duodénum normal.

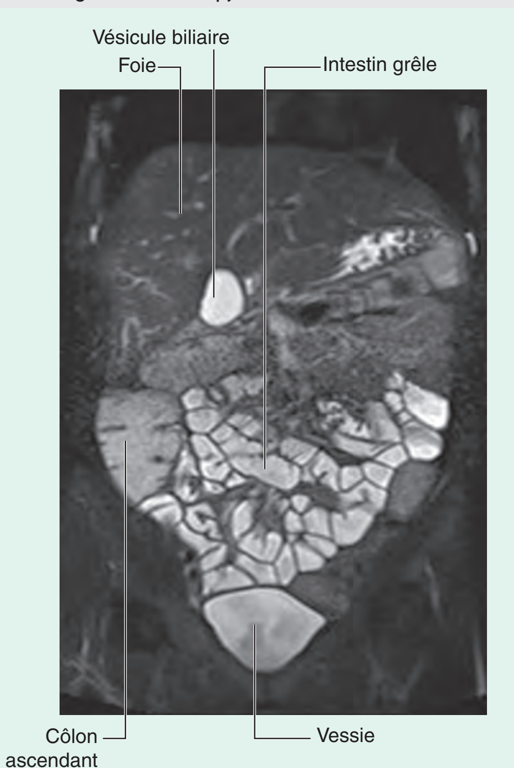


Figure 4.76 Visualisation de l'intestin grêle en coupe coronale d'IRM

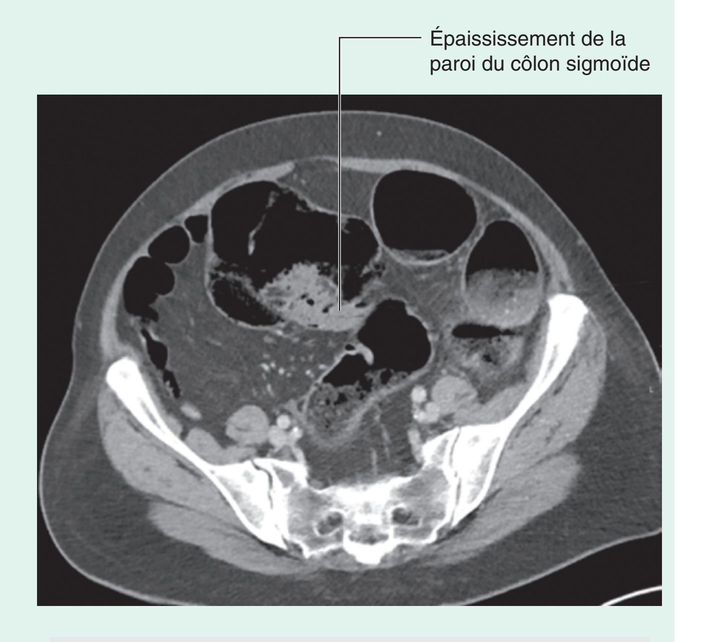


Figure 4.77 Coupe axiale TDM montrant l'épaississement de la paroi du côlon sigmoïde par une tumeur.

En clinique

Diverticule de Meckel

Le diverticule de Meckel (fig. 4.78) est un reliquat de la partie proximale du canal vitellin, qui est appendu au côté antimésentérique de l'iléum et qui, chez l'embryon, se dirige dans le cordon ombilical. Il apparaît comme une excroissance tubulaire borgne du tube digestif. Bien qu'il persiste de manière assez rare (environ 2 % de la population), il est important de garder à l'esprit son existence car il peut être la cause de symptômes chez un petit nombre d'individus. Il peut contenir de la muqueuse gastrique et être le siège d'ulcérations et d'hémorragies. D'autres complications typiques comme l'invagination, la diverticulite et l'occlusion peuvent survenir.

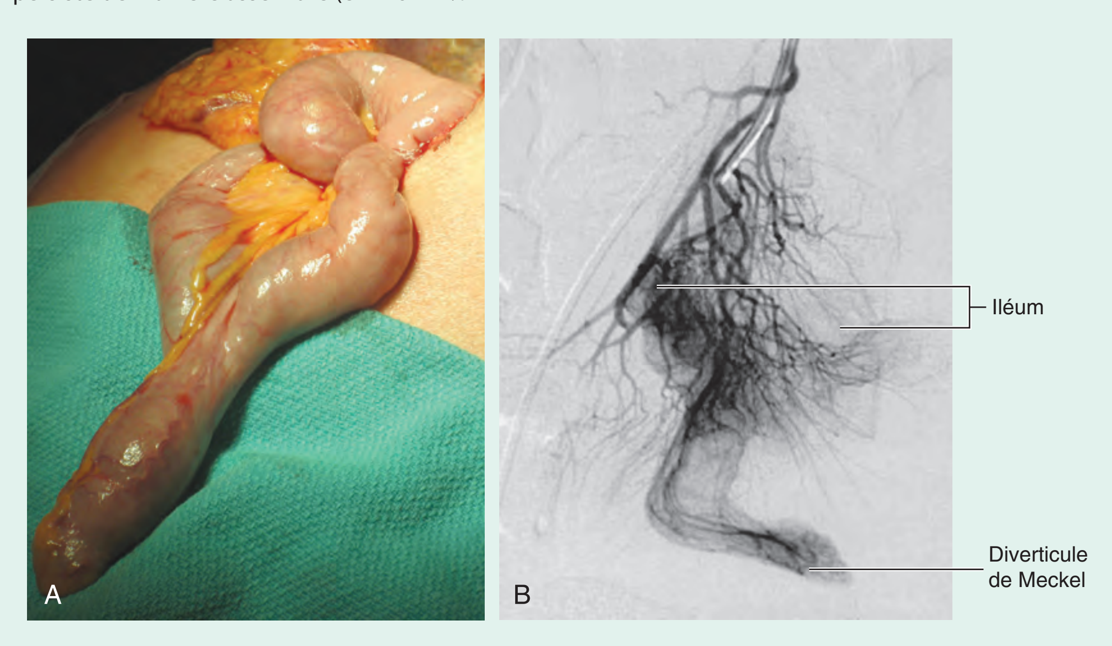


Figure 4.78 Vascularisation associée au diverticule de Meckel. Angiographie de soustraction. **A.** Image chirurgicale d'un diverticule de Meckel. **B.** Angiographie digitale de soustraction.

En clinique

Tomodensitométrie (TDM) et imagerie par résonance magnétique (IRM)

Ces techniques d'imagerie, n'utilisant ni baryum, ni principe endoscopique, peuvent apporter des informations importantes sur la paroi digestive. Un épaississement de la paroi peut témoigner d'un état inflammatoire ou tumoral, et est toujours à regarder avec suspicion. Si une tumeur est diagnostiquée, ces techniques permettent également d'étudier la diffusion locorégionale de celle-ci (adénopathies, métastases).

Techniques d'imagerie récentes

L'écho-endoscopie utilise un petit dispositif d'ultrasons placé à l'extrémité de l'endoscope pour examiner le tractus gastro-intestinal supérieur. Elle peut donner des images extrêmement précises de la muqueuse et de la sous-muqueuse du tractus gastro-intestinal supérieur qui peuvent montrer si la tumeur est résécable, et guider le clinicien dans la réalisation d'une biopsie.

En clinique

Cancer de l'estomac

Le cancer de l'estomac est une tumeur maligne fréquente du tube digestif. Une inflammation gastrique chronique (gastrite), une anémie pernicieuse ou des polypes sont des facteurs prédisposant au développement de ce cancer agressif, qui n'est habituellement diagnostiqué que tardivement dans l'évolution de la maladie. Les symptômes évocateurs peuvent être une douleur épigastrique vague, une sensation de plénitude gastrique précoce lors des repas, des saignements entraînant une anémie chronique, ou un syndrome obstructif.

Le diagnostic est établi grâce à des techniques de radiographie conventionnelle au baryum ou d'endoscopie, qui permettent de réaliser des biopsies dans le même temps. L'échographie est utilisée pour voir si le foie est le siège de métastases ; si elle est négative, un scanner est réalisé pour évaluer la résécabilité chirurgicale. Si le cancer de l'estomac est diagnostiqué précocement, une résection chirurgicale curative est possible. Toutefois, comme les patients se présentent souvent tardivement dans l'évolution de la maladie, le taux de survie à 5 ans est de 5 à 20 %, avec une espérance de vie moyenne entre 5 et 8 mois.



Gros intestin

Le gros intestin s'étend de l'extrémité distale de l'iléum à l'anus, sur une longueur d'approximativement 1,5 mètre chez l'adulte. Il absorbe les liquides et les sels du contenu digestif, formant ainsi les fèces. Il comporte le cæcum, l'appendice, le côlon, le rectum et le canal anal (fig. 4.79 et fig. 4.80).

Commençant dans la fosse iliaque droite par le cæcum et l'appendice, le gros intestin se poursuit par le **côlon ascendant**, qui va du flanc droit à l'hypochondre droit (fig. 4.81). Juste sous le foie, il tourne vers la gauche, formant l'**angle colique droit** (**angle hépatique**), puis traverse l'abdomen jusqu'à l'hypochondre gauche : le **côlon transverse**. À ce niveau, juste sous la rate, le gros intestin tourne vers le bas, formant l'**angle colique gauche** (**angle splénique**) et se poursuit par le **côlon descendant** à travers le flanc gauche jusqu'à la fosse iliaque gauche.

Figure 4.79 Gros intestin.



Figure 4.80 Radiographie au baryum montrant le gros intestin.

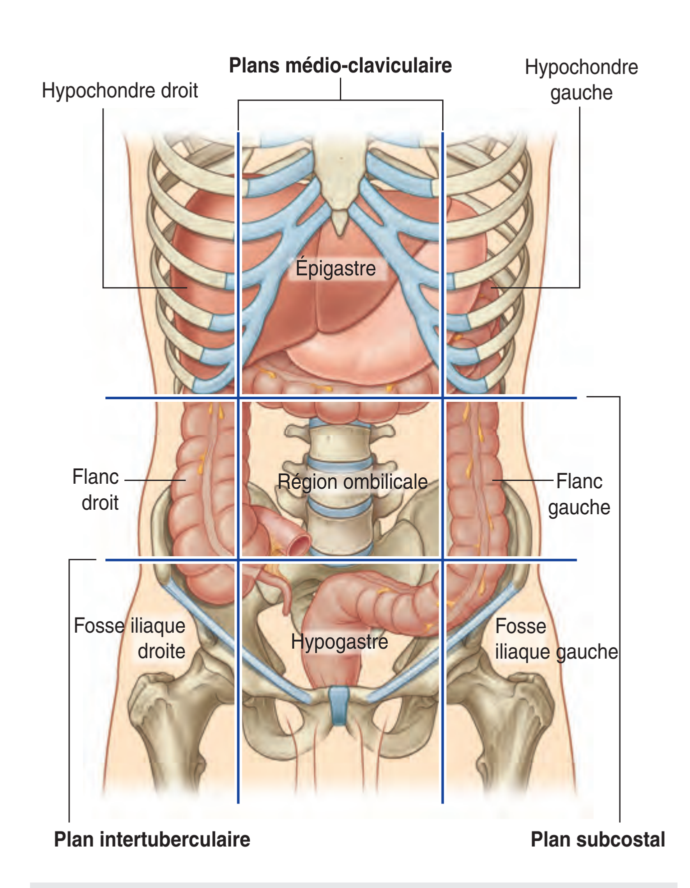


Figure 4.81 Situation du gros intestin au sein du modèle d'organisation en neuf régions.

Il devient le côlon sigmoïde et pénètre dans la partie supérieure de la cavité pelvienne, puis se prolonge le long de la paroi postérieure du pelvis par le rectum et se termine par le canal anal.

Les principales caractéristiques du gros intestin (fig. 4.79) sont que :

- son diamètre interne est plus grand que celui de l'intestin grêle ;
- le côlon est recouvert de petits amas graisseux (les **appendices omentaux**) ;
- sa paroi présente trois fines bandelettes musculaires longitudinales (**tæniæ coli**), plus marquées sur le côlon, moins visibles au niveau du rectum ;
- le côlon présente à sa surface des bosselures (**haustrations coliques**).

Cæcum et appendice

Le **cæcum** est la première partie du gros intestin (fig. 4.82). Il est situé sous l'abouchement de l'iléum dans le gros intestin, dans la fosse iliaque droite. C'est une structure intrapéritonéale, mobile et libre dans la fosse iliaque droite, bien qu'elle ne soit pas suspendue dans la cavité péritonéale par un mésentère.

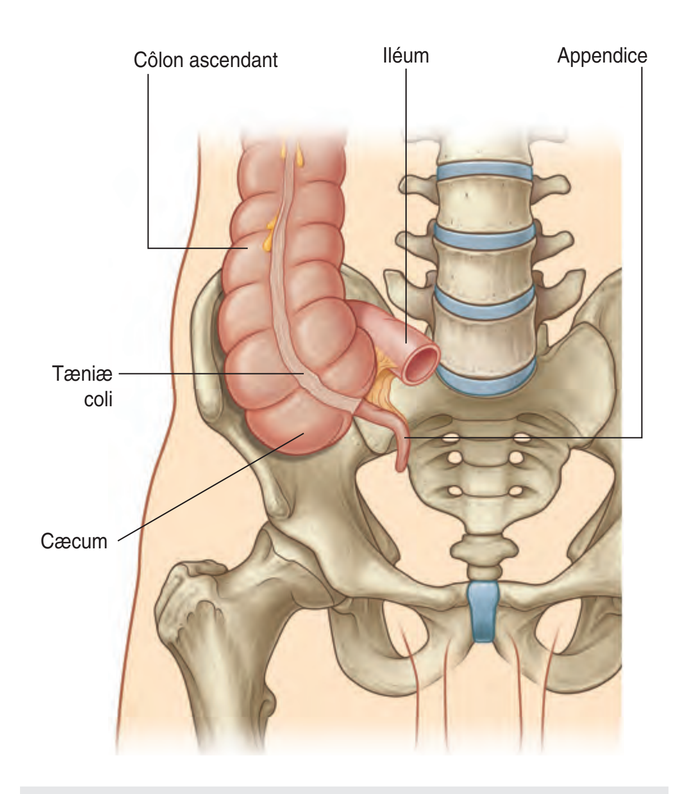


Figure 4.82 Cæcum et appendice.

Le cæcum se poursuit par le côlon ascendant au niveau de l'abouchement de l'iléum et est habituellement en contact avec la paroi abdominale antérieure. Il peut également être situé dans la cavité pelvienne. L'appendice est appendu à la face postéromédiale du cæcum, juste sous l'extrémité distale de l'iléum (fig. 4.82).

L'**appendice** est un tube étroit, creux et borgne relié au cæcum. Il possède au sein de sa paroi de nombreux agrégats lymphoïdes ; il est suspendu à l'iléum terminal par le **mésoappendice** (fig. 4.83), qui contient les **vaisseaux appendiculaires**. Son point d'insertion sur le cæcum est conformé par les tæniæ coli convergeant vers la base de l'appendice, mais la situation du reste de l'appendice varie considérablement (fig. 4.84). Il peut être :

- en arrière du cæcum ou de la partie inférieure du côlon ascendant, ou encore des deux, dans une position rétrocæcale ou rétrocolique ;
- suspendu dans la cavité pelvienne, en position pelvienne ou descendante ;
- sous le cæcum, en position sous-cæcale ;
- en avant de l'iléum terminal, en position préiléale, ou en arrière en position post-iléale.

La surface de projection de la base de l'appendice est située à l'union du tiers latéral et du tiers moyen d'une ligne allant de l'épine iliaque antérosupérieure à l'ombilic (**point de McBurney**). Les patients présentant des problèmes appendiculaires décrivent habituellement des douleurs siégeant à ce niveau.

Figure 4.83 Mésoappendice et vaisseaux appendiculaires.

La vascularisation artérielle du cæcum et de l'appendice (fig. 4.85) est assurée par :

- l'artère cæcale antérieure de l'artère iléocolique (issue de l'artère mésentérique supérieure) ;
- l'artère cæcale postérieure de l'artère iléocolique (issue de l'artère mésentérique supérieure) ;
- l'artère appendiculaire de l'artère iléocolique (issue de l'artère mésentérique supérieure).

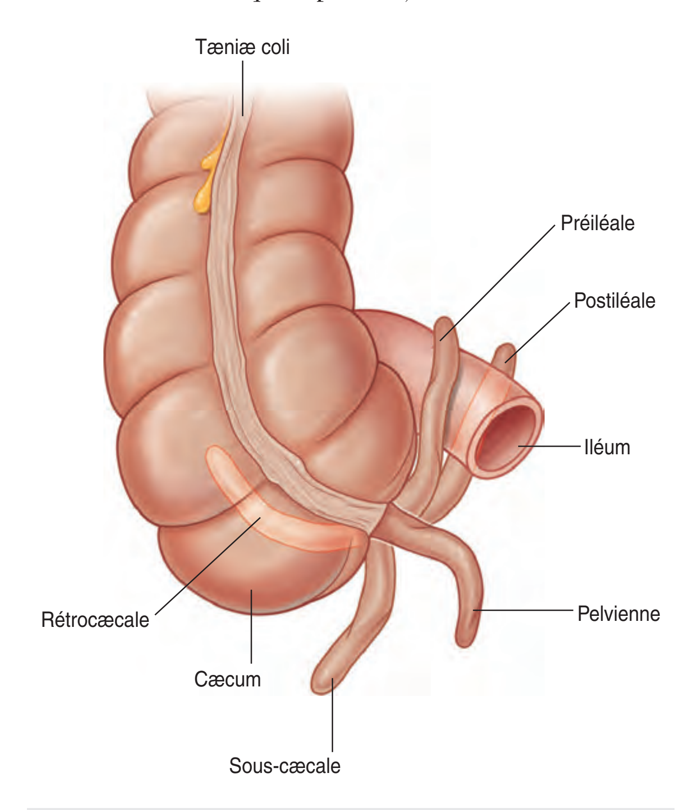


Figure 4.84 Positions de l'appendice.

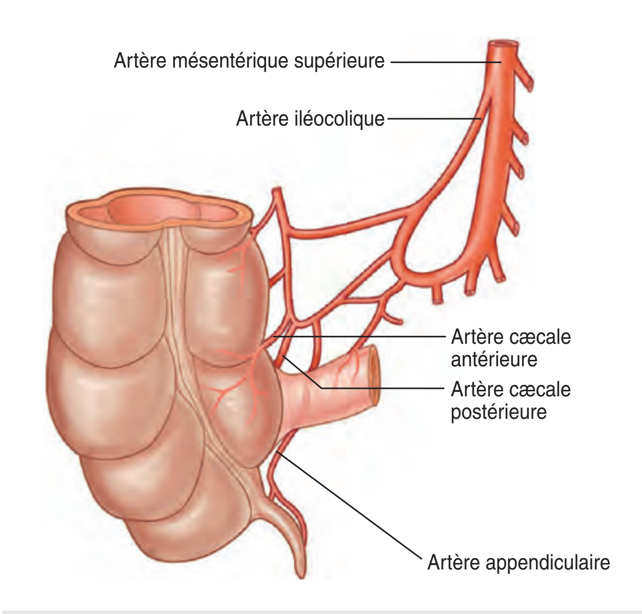


Figure 4.85 Vascularisation artérielle du cæcum et de l'appendice.

En clinique

Appendicite

L'appendicite aiguë est une urgence abdominale. Habituellement, elle se produit quand l'appendice est obstrué soit par un stercolithe soit par une hypertrophie des nodules lymphatiques. Au sein de l'appendice obstrué, les bactéries prolifèrent et envahissent la paroi de l'appendice, qui commence à se nécroser. Dans certains cas, cela peut se résoudre spontanément ; dans d'autres cas, l'état inflammatoire se poursuit (fig. 4.86 et fig. 4.87) et conduit à une perforation, qui peut entraîner une péritonite localisée ou généralisée.

La plupart des patients souffrant d'une appendicite aiguë présentent une douleur localisée de la fosse iliaque droite. Initialement, la douleur se présente comme une douleur intermittente, de type colique au niveau périombilical. Après 6 à 10 heures, la douleur a tendance à se localiser dans la fosse iliaque droite et devient constante. Les patients peuvent alors présenter de la fièvre, des nausées et des vomissements. L'étiologie de la douleur de l'appendicite est décrite au cas clinique 1 du chapitre 1.

Le traitement de l'appendicite est l'appendicectomie.

Parois épaissies

Gaz dans la lumière appendiculaire

Figure 4.86 Inflammation appendiculaire. Échographie.

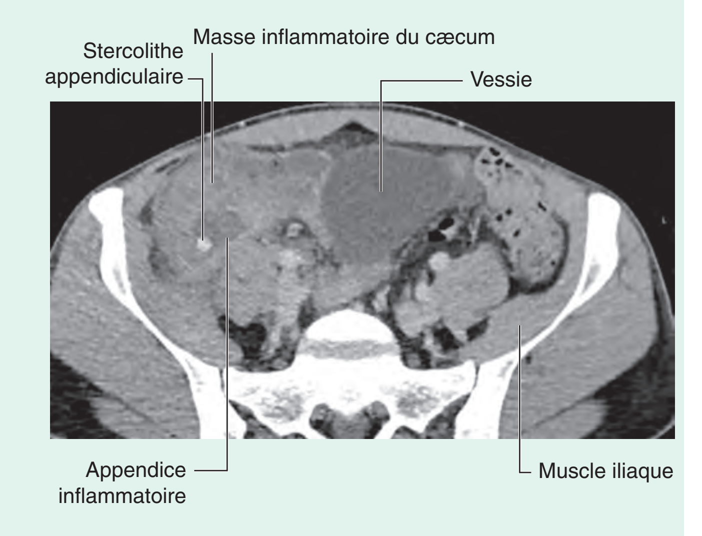


Figure 4.87 Coupe axiale TDM montrant l'appendice inflammatoire.





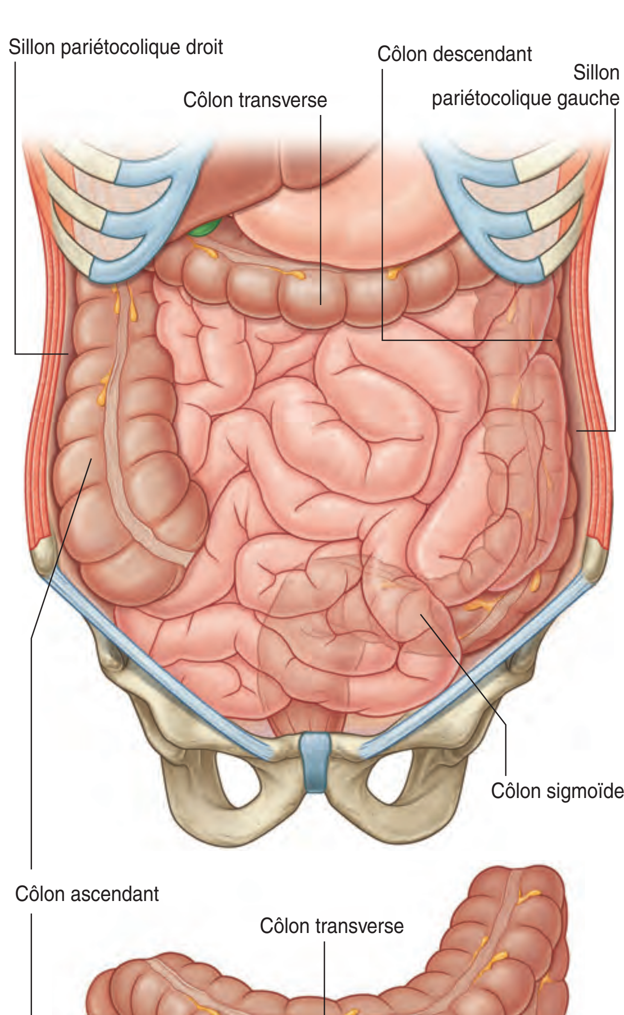
Côlon

Le côlon prolonge vers le haut le cæcum ; il comprend le côlon ascendant, le côlon transverse, le côlon descendant et le sigmoïde (fig. 4.88). Les segments ascendant et descendant du côlon sont (secondairement) en position rétropéritonéale, et les segments transverse et sigmoïde sont intrapéritonéaux.

L'angle colique droit constitue la jonction entre le côlon ascendant et le côlon transverse ; il est situé juste sous le lobe droit du foie (fig. 4.89). Une courbure similaire mais plus aiguë (angle colique gauche) forme la jonction entre le côlon transverse et le côlon descendant. L'angle gauche est situé juste sous la rate, plus haut et un peu plus postérieur que l'angle colique droit ; il est relié au diaphragme par le ligament phrénicocolique.

Les côlons ascendant et descendant présentent à leurs faces latérales les **sillons pariétocoliques droit et gauche** (fig. 4.88). Ces dépressions sont conformées entre les faces latérales des côlons ascendant et descendant et la paroi abdominale postérolatérale. Ce sont des sillons à travers lesquelles des éléments peuvent migrer d'une région de la cavité abdominale à une autre. Comme les principaux vaisseaux et lymphatiques abordent les côlons ascendant et descendant sur leur face médiale ou postéromédiale, il est possible de mobiliser ces deux parties du côlon sans saignement majeur en incisant le péritoine le long des sillons pariétocoliques.

Le segment terminal du côlon (le côlon sigmoïde) commence au-dessus de l'ouverture supérieure du bassin et se poursuit jusqu'au niveau de la vertèbre SIII, où il se continue par le rectum (fig. 4.88). Sa structure en S est relativement mobile, excepté à sa partie initiale où il est en continuité avec le côlon descendant, et à sa partie terminale où il se poursuit par le rectum. Entre ces deux points, il est appendu par le mésocôlon sigmoïde.



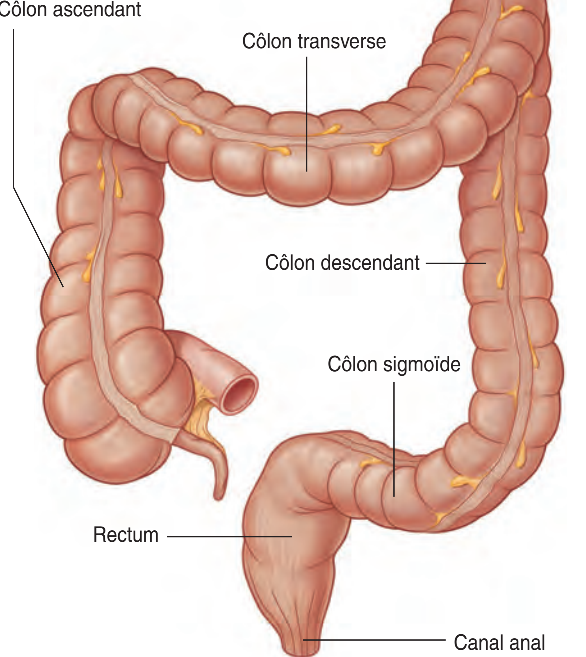


Figure 4.88 Côlon.

La vascularisation artérielle du côlon ascendant (fig. 4.90) est assurée par :

- une branche colique de l'artère iléocolique (issue de l'artère mésentérique supérieure) ;
- l'artère cæcale antérieure de l'artère iléocolique (issue de l'artère mésentérique supérieure) ;
- l'artère cæcale postérieure de l'artère iléocolique (issue de l'artère mésentérique supérieure) ;
- l'artère colique droite issue de l'artère mésentérique supérieure.

La vascularisation artérielle du côlon transverse (fig. 4.90) est assurée par :

- l'artère colique droite issue de l'artère mésentérique supérieure ;
- l'artère colique moyenne issue de l'artère mésentérique supérieure ;
- l'artère colique gauche issue de l'artère mésentérique inférieure.

Foie
Rate
Angle colique droit
Côlon transverse
Angle colique gauche

Figure 4.89 Angles coliques droit et gauche.

La vascularisation artérielle du côlon descendant (fig. 4.90) est assurée par l'artère colique gauche issue de l'artère mésentérique inférieure.

La vascularisation artérielle du côlon sigmoïde (fig. 4.90) est assurée par les artères sigmoïdiennes issues de l'artère mésentérique inférieure.

Des anastomoses entre les artères qui vascularisent le côlon peuvent constituer une artère marginale qui chemine le long des parties ascendante, transverse et descendante du côlon (fig. 4.90).

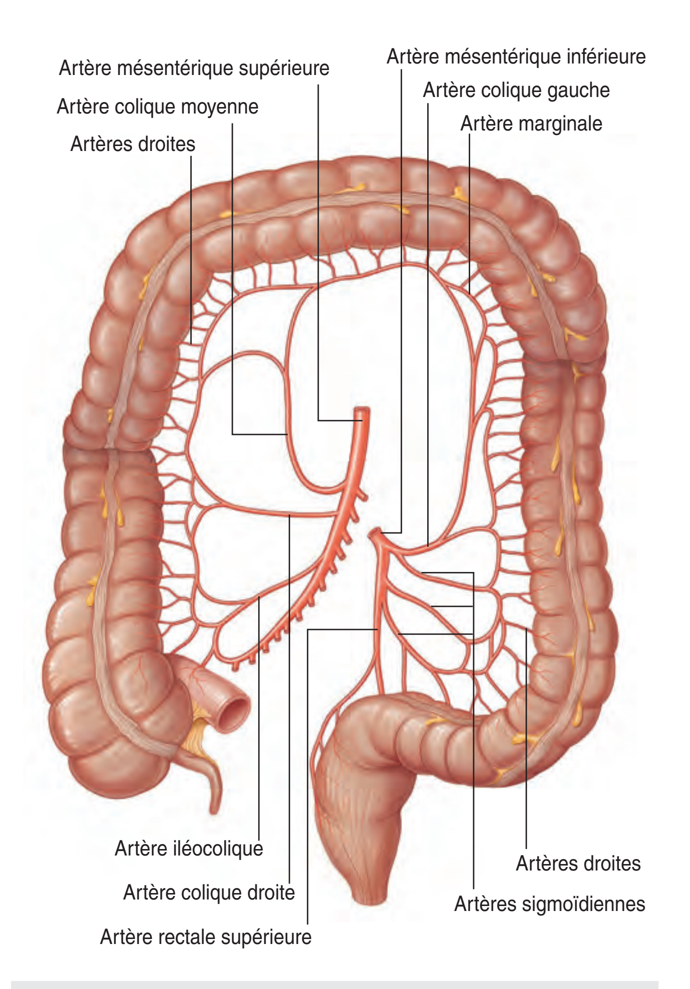


Figure 4.90 Vascularisation artérielle du côlon.

Rectum et canal anal

Le rectum fait suite au côlon sigmoïde (fig. 4.91). La jonction rectosigmoïdienne est habituellement décrite en regard de la vertèbre SIII ou à la fin du mésocôlon sigmoïde, car le rectum est en position rétropéritonéale.

Le canal anal est la partie terminale du gros intestin ; il fait suite au rectum.

La vascularisation artérielle du rectum et du canal anal (fig. 4.92) est assurée par :

- l'artère rectale supérieure issue de l'artère mésentérique inférieure ;
- l'artère rectale moyenne issue de l'artère iliaque interne ;
- l'artère rectale inférieure de l'artère pudendale interne (issue de l'artère iliaque interne).

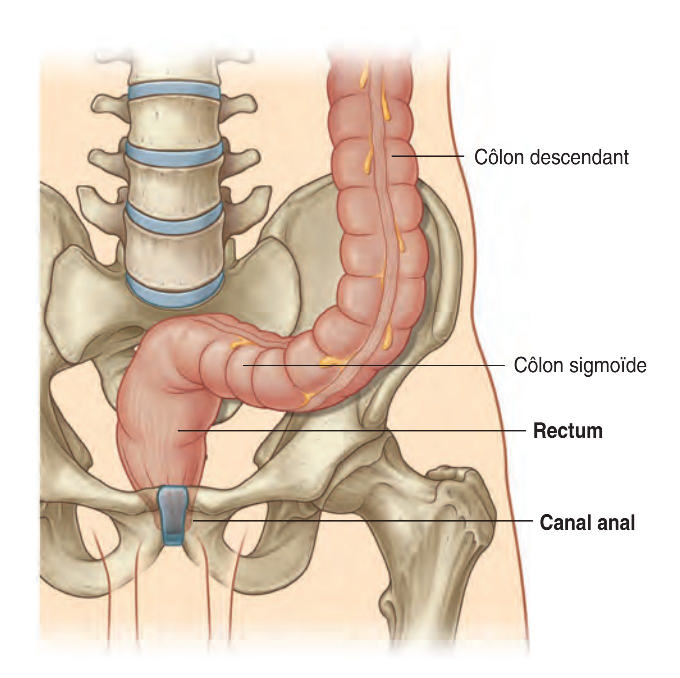


Figure 4.91 Rectum et canal anal.

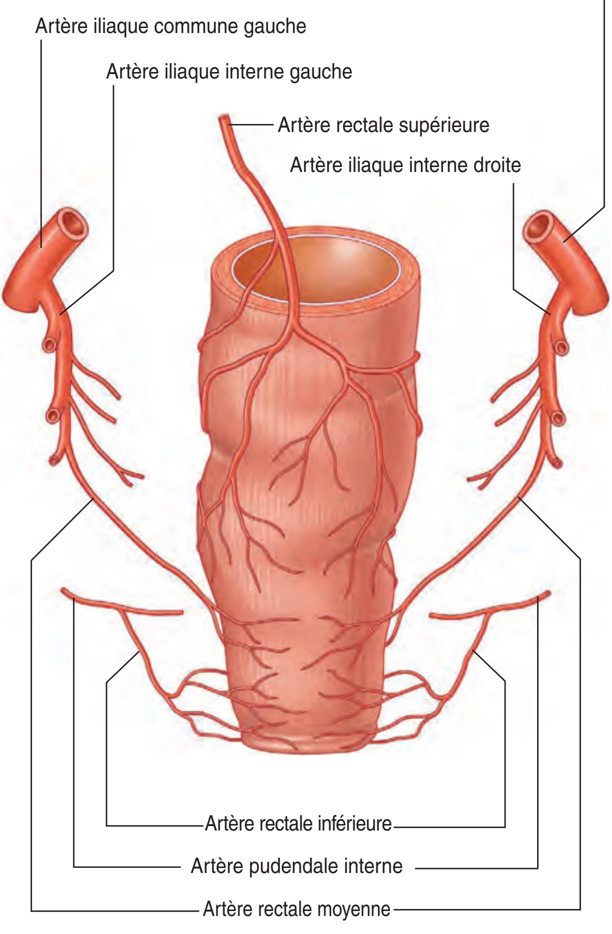


Figure 4.92 Vascularisation artérielle du rectum et du canal anal. Vue postérieure.

En clinique

Pathologies congénitales du tractus gastro-intestinal

La position définitive des viscères abdominaux résulte d'une série complexe de rotations du tube digestif et de la croissance de la cavité abdominale, qui s'adapte au développement des organes. Un certain nombre de pathologies congénitales peuvent se produire lors du développement du tube digestif ; beaucoup d'entre elles se déclarent chez le nouveau-né ou l'enfant et certaines sont des urgences chirurgicales. Plus rarement, certaines de ces pathologies ne sont diagnostiquées qu'à l'âge adulte.

Malrotation et volvulus de l'intestin moyen

Une malrotation est une rotation incomplète et une fixation de l'intestin moyen après que celui-ci est allé dans le sac ombilical puis retourné au sein de la cavité cœlomique (fig. 4.93 et fig. 4.94). L'insertion proximale du mésentère de l'intestin grêle débute au niveau du **muscle suspenseur du duodénum (ligament de Treitz)**, qui détermine la position de la jonction duodénojéjunale. Le mésentère de l'intestin grêle se termine au niveau de la jonction iléocæcale dans le quadrant inférieur droit. Cette longue ligne de fixation du mésentère prévient les torsions accidentelles du tube digestif.

Si l'angle duodénojéjunal ou le cæcum ne se trouvent pas dans leur situation habituelle, l'insertion du mésentère de l'intestin grêle est plus courte, ce qui peut entraîner une torsion de l'intestin grêle autour de l'axe de l'artère mésentérique supérieure. La torsion de l'intestin est en général appelée **volvulus**. Un volvulus de l'intestin grêle peut conduire à une réduction du débit sanguin voire à un infarctus.

Chez certains patients, le cæcum se termine au milieu de l'abdomen. Une série de brides péritonéales (les **brides de Ladd**) peuvent se développer à partir du cæcum et de la face droite du côlon, et se prolonger vers la face inférieure droite du foie, comprimant ainsi le duodénum. Un volvulus de l'intestin grêle peut alors se produire, de même qu'une obstruction du duodénum. Un traitement chirurgical en urgence devient alors nécessaire pour sectionner ces bandes.

Estomac
Pylore
Duodénum
Torsions du duodénum et du jéjunum proximal

Figure 4.93 Malrotation de l'intestin grêle et volvulus. Opacification de l'estomac, du duodénum et du jéjunum proximal.

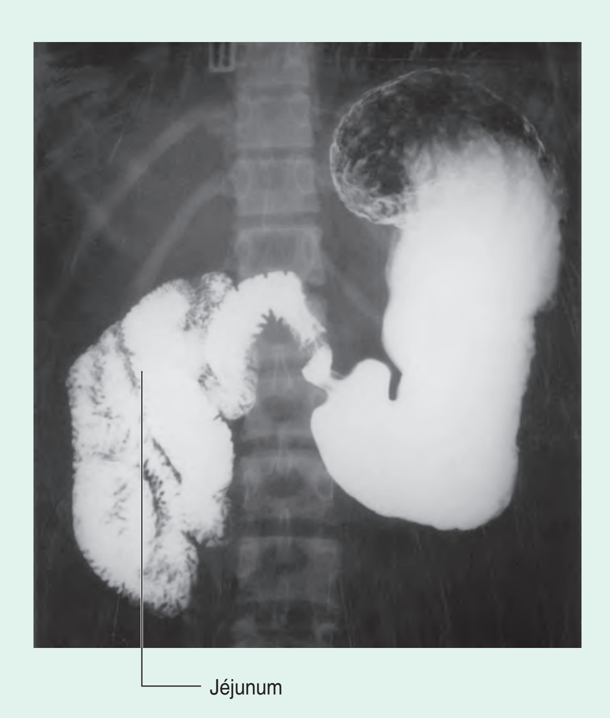


Figure 4.94 Malrotation de l'intestin grêle. Radiographie au baryum de l'estomac, du duodénum et du jéjunum.

En clinique

Occlusion intestinale

Une obstruction ou occlusion intestinale peut être soit fonctionnelle, soit due à un réel obstacle. L'occlusion mécanique est causée par une masse intraluminale, pariétale ou extrinsèque, qui peut être la conséquence d'un corps étranger, d'une tumeur obstructive de la paroi, ou d'une compression extrinsèque due à une adhérence ou à une bride embryologique (fig. 4.95).

Une occlusion fonctionnelle est habituellement la conséquence de l'incapacité de l'intestin d'avoir un péristaltisme. Elle peut avoir de nombreuses causes ; le plus souvent, il s'agit d'un état postopératoire dû à une manipulation excessive de l'intestin lors de l'intervention. Parmi les autres causes, on note les désordres électrolytiques (sodique ou potassique par exemple) qui entraînent une paralysie intestinale jusqu'à leur correction.

Les signes et les symptômes d'une occlusion dépendent du niveau où celle-ci s'est produite. Le principal symptôme est une douleur abdominale centrale, intermittente évoluant par spasmes lorsque les ondes péristaltiques essaient de franchir l'occlusion. Une distension abdominale peut apparaître si l'occlusion est basse (distale), car les anses intestinales se remplissent de liquide en amont. Une occlusion haute (au niveau de l'intestin grêle proximal) ne présente généralement pas de distension abdominale.

Des vomissements puis un arrêt des matières et des gaz s'ensuivront.

Le diagnostic précoce est important en raison de la grande quantité de liquide et d'électrolytes qui pénètrent la lumière intestinale et qui ne sont pas réabsorbés, ce qui entraîne déshydratation et troubles électrolytiques. De plus, l'intestin continue à se distendre, ce qui compromet la vascularisation sanguine de la paroi intestinale, pouvant conduire à une ischémie et à une perforation intestinale. Les symptômes et les signes cliniques dépendent du niveau de l'occlusion.

L'occlusion de l'intestin grêle est généralement causée par des adhérences postopératoires, et l'interrogatoire doit toujours rechercher des antécédents d'intervention abdominale (comme une appendicectomie). Les autres causes sont l'issue de l'intestin au niveau d'une hernie (inguinale par exemple), ou la torsion de l'intestin sur son mésentère (volvulus). L'examen des orifices herniaires est obligatoire chez un patient présentant une occlusion intestinale (fig. 4.96).



Figure 4.95 Cette radiographie de l'abdomen, en vue antéropostérieure, montre un certain nombre d'anses de l'intestin grêle dilatées. L'intestin grêle peut être identifié par ses valvules conniventes allant d'une paroi à l'autre comme indiqué. Le gros intestin n'est pas dilaté. La cause de cette dilatation du grêle est une adhérence suite à une chirurgie pelvienne.



Figure 4.96 Coupe coronale TDM montrant les anses dilatées et remplies de liquide de l'intestin grêle chez un patient porteur d'une occlusion de l'intestin grêle.

En clinique—Suite

L'occlusion du gros intestin est généralement causée par une tumeur. Les autres causes possibles sont les hernies et la maladie diverticulaire inflammatoire du côlon sigmoïde (fig. 4.97).

Le traitement comprend une rééquilibration hydroélectrolytique intraveineuse, une analgésie et une prise en charge de l'occlusion. La mise en place d'une sonde nasogastrique permet l'aspiration du liquide gastrique. Dans de nombreux cas, l'occlusion du grêle, souvent secondaire à des adhérences, cède avec un traitement conservateur. L'occlusion du gros intestin peut nécessiter une intervention en urgence pour ôter une lésion obstructive ou réaliser une dérivation temporaire (colostomie) (fig. 4.98).

Côlon transverse dilaté, rempli de liquide et ascensionné

Figure 4.97 Coupe coronale TDM de l'abdomen montrant le côlon transverse rempli de liquide et dilaté, ascensionné chez un patient porteur d'une occlusion du gros intestin.

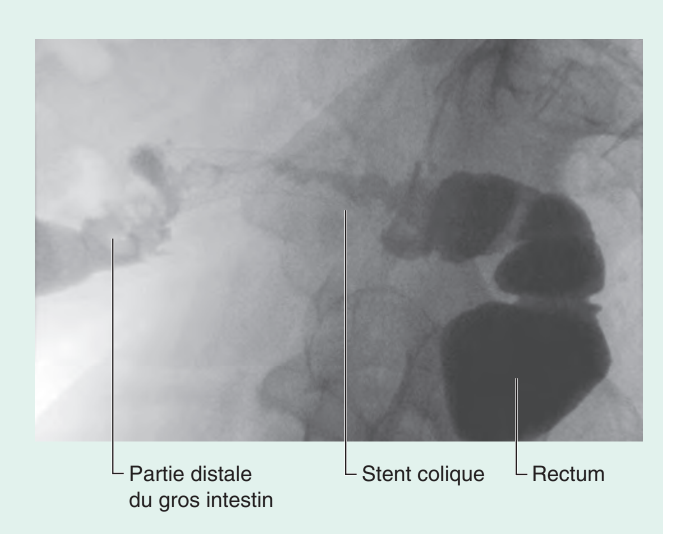


Figure 4.98 Radiographie oblique : passage du produit de contraste dans une endoprothèse colique implantée avant la chirurgie pour occlusion intestinale.



En clinique

Maladie diverticulaire

La maladie diverticulaire correspond au développement de diverticules coliques multiples principalement au niveau du côlon sigmoïde, bien que tout le côlon puisse être atteint (fig. 4.99). Le sigmoïde a le plus petit diamètre du côlon et est ainsi le site où la pression intraluminale est potentiellement la plus élevée. Un régime pauvre en fibres et l'obésité sont des facteurs de risque de la maladie diverticulaire.

La présence de multiples diverticules ne signifie pas systématiquement que le patient nécessite un traitement. En effet, de nombreux patients n'ont pas de symptômes ni de signes cliniques.

Figure 4.99 Ce lavement baryté en double contraste montre de nombreuses petites « poches » sur l'ensemble du gros intestin distal et notamment sur le côlon descendant et le sigmoïde. Ces petites « poches » sont des diverticules et restent la plupart du temps asymptomatiques.

Les patients ont tendance à développer des symptômes ou des signes lorsque le col du diverticule est obstrué par des matières fécales et qu'il commence à s'infecter. L'inflammation peut s'étendre à la paroi, entraînant une douleur abdominale. Lorsque le côlon sigmoïde devient inflammatoire (diverticulite), douleurs abdominales et fièvre apparaissent (fig. 4.100).

En raison de la position anatomique du côlon sigmoïde, différentes complications peuvent survenir. Les diverticules peuvent se perforer et former un abcès au sein du pelvis. Cette masse inflammatoire peut comprimer l'uretère gauche. L'inflammation peut également se propager à la vessie et entraîner une fistule entre le sigmoïde et la vessie. Dans ces circonstances, les patients peuvent développer une infection du tractus urinaire ; ils présentent rarement une issue de matières fécales et de gaz dans l'urètre.

Le diagnostic est posé sur l'examen clinique et souvent la réalisation d'examens tomodensitométriques. En première intention, les patients seront traités par une triple antibiothérapie ; mais une résection chirurgicale peut être nécessaire si les symptômes persistent.

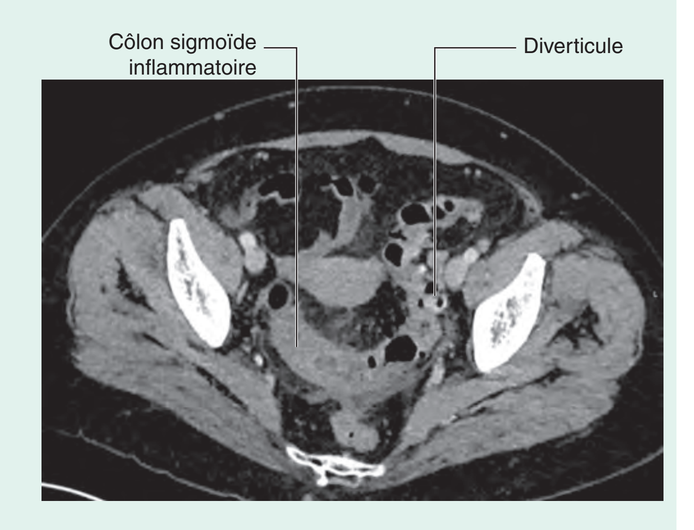


Figure 4.100 Coupe axiale TDM montrant le côlon sigmoïde inflammatoire chez un patient porteur d'une diverticulite.

En clinique

Stomies

Il est parfois nécessaire d'aboucher chirurgicalement une partie de l'intestin à la paroi abdominale antérieure. L'extériorisation de l'intestin joue un rôle important dans la prise en charge des patients. Ces procédures utilisent nos connaissances anatomiques et permettent de sauver la vie de patients dans de nombreuses circonstances.

Gastrostomie

Une gastrostomie consiste à aboucher l'estomac à la paroi abdominale antérieure et à placer un tube à travers la peau, dans l'estomac. Habituellement, cela est réalisé pour nourrir un patient lorsqu'il lui est impossible d'ingérer des aliments ou des liquides par la bouche (par exemple dans le cas de cancer complexe de la face et du cou). La procédure peut être effectuée soit chirurgicalement, soit par ponction de la paroi abdominale antérieure par une aiguille sous sédation.

Jéjunostomie

De la même façon, le jéjunum est amené puis fixé à la paroi abdominale antérieure. La jéjunostomie est utilisée pour placer une sonde d'alimentation dans l'intestin grêle proximal, à travers la paroi abdominale antérieure.

Iléostomie

Une iléostomie est réalisée lorsque le contenu de l'intestin grêle doit être détourné du gros intestin. Elle est souvent pratiquée pour protéger une anastomose chirurgicale distale, comme dans le côlon, pour permettre la cicatrisation après chirurgie.

Colostomie

Il existe de nombreuses circonstances où une colostomie est nécessaire. Dans de nombreux cas, elle est effectuée pour protéger le gros intestin distal après une chirurgie. Une autre indication est l'obstruction du gros intestin avec perforation imminente, pour laquelle une colostomie permet la décompression de l'intestin et de son contenu. C'est une procédure sûre qui permet de différer une chirurgie intestinale étendue chez les patients trop fragiles. Elle est relativement simple et présente un risque limité, évitant une morbidité et une mortalité significatives.

Une colostomie distale est nécessaire lorsque le patient a subi une résection du rectum et de l'anus (généralement pour cancer).

Dérivation cutanée transiléale

Une dérivation cutanée transiléale est une procédure extra-anatomique réalisée après résection de la vessie pour cancer. Lors de cette intervention, un court segment d'intestin grêle est repéré. Il est ensuite sectionné à deux endroits afin de laisser un segment de grêle de 20 cm sur son propre mésentère. Ce segment d'intestin grêle isolé est utilisé comme un conduit. L'intestin restant est remis en continuité. L'extrémité proximale du morceau d'intestin isolé est anastomosée aux uretères et sa partie proximale à la paroi abdominale antérieure. Ainsi, l'urine passe des reins dans les uretères puis à travers ce court segment d'intestin grêle vers la paroi abdominale antérieure.

Que les patients aient une iléostomie, une colostomie ou une dérivation transiléale, il est nécessaire pour eux de fixer un sac collecteur sur la paroi abdominale antérieure. Contrairement à certaines idées reçues, ces sacs sont extrêmement bien tolérés chez la plupart des patients et leur permettent de mener une vie quasi normale.

Foie

Le foie est l'organe viscéral le plus volumineux du corps humain. Il est situé dans l'hypochondre droit et la région épigastrique, se prolongeant vers l'hypochondre gauche (ou dans le quadrant supérieur droit se prolongeant vers le quadrant supérieur gauche) (fig. 4.101).

Le foie présente deux faces :

- une face diaphragmatique en avant, en haut et en arrière ;
- une face viscérale en bas (fig. 4.102).

Face diaphragmatique

La face diaphragmatique du foie, qui est lisse et en forme de dôme, est située sous la face inférieure du diaphragme (fig. 4.103). Elle est en rapport avec celle-ci par les récessus sous-diaphragmatique et hépatorénal (fig. 4.102) :

- le **récessus sous-diaphragmatique** sépare la face diaphragmatique du foie du diaphragme ; il est séparé en deux loges par le **ligament falciforme**, structure issue du mésentère ventral de l'embryon ;
- le **récessus hépatorénal** est une zone de la cavité péritonéale située à droite, entre le foie et le rein et la glande surrénale droite.

Les récessus sous-diaphragmatique et hépatorénal sont en continuité en avant.

Figure 4.101 Situation du foie dans l'abdomen.

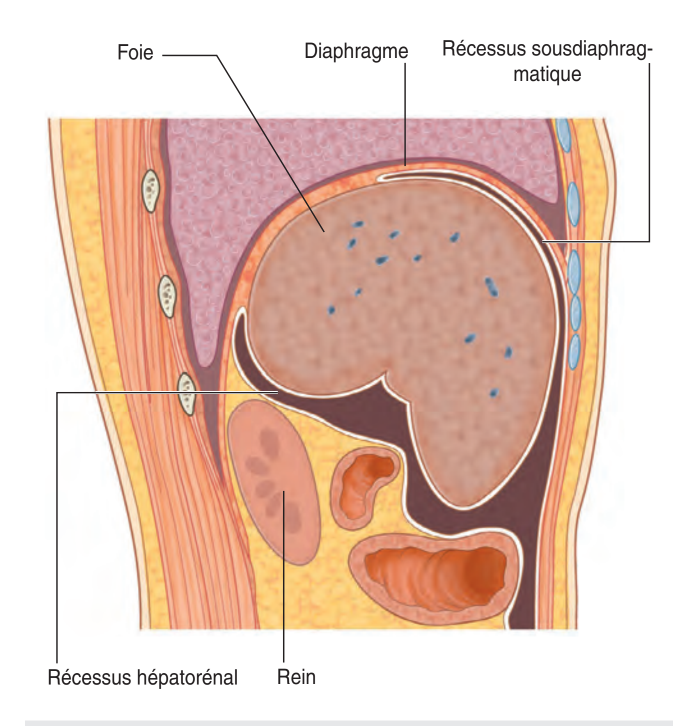


Figure 4.102 Faces du foie et récessus associés au foie.

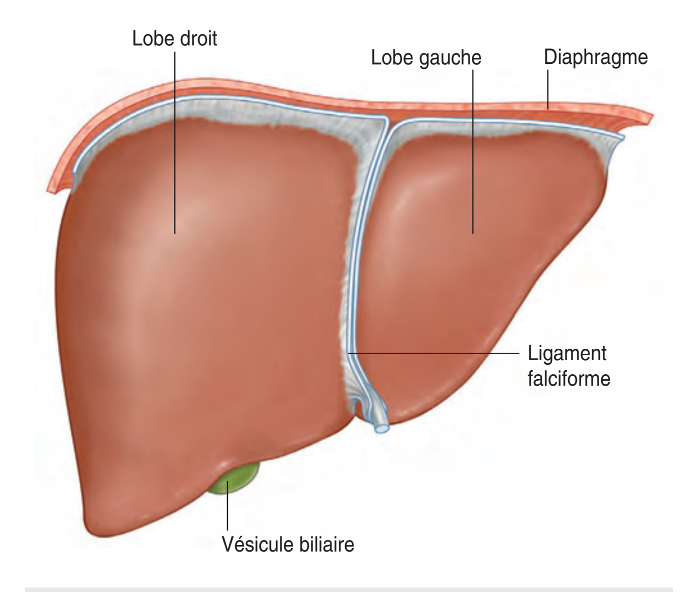


Figure 4.103 Face diaphragmatique du foie.

Face viscérale

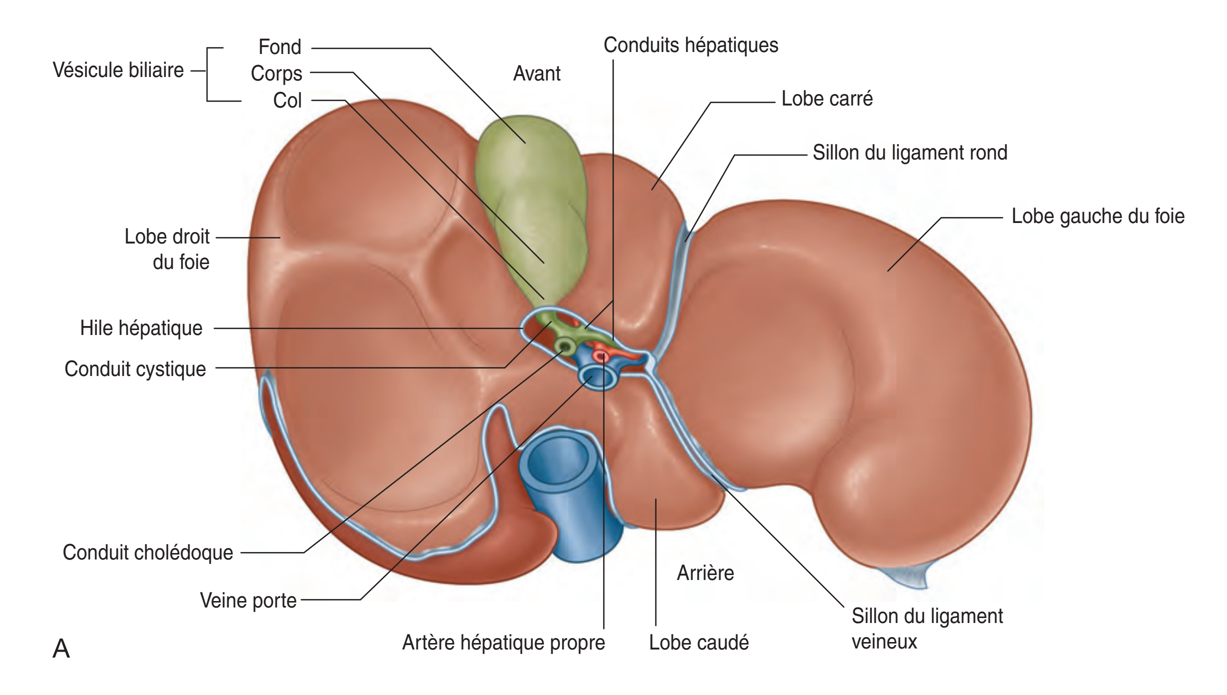
La face viscérale du foie est recouverte de péritoine viscéral, sauf au niveau de la **fosse de la vésicule biliaire** et du **hile hépatique** (passage vers le foie ; fig. 4.104). Elle est en rapport avec différentes structures (fig. 4.105) :

- l'œsophage ;
- la face antérieure droite de l'estomac ;
- la partie supérieure du duodénum ;
- le petit omentum ;
- la vésicule biliaire ;
- l'angle colique droit ;
- la partie droite du côlon transverse ;
- le rein droit ;
- la glande surrénale droite.

Le **hile hépatique** sert de point d'entrée dans le foie pour les artères hépatiques et la veine porte, et de point de sortie pour les conduits biliaires (fig. 4.104).

Ligaments associés

Le foie est fixé à la paroi abdominale antérieure par le **ligament falciforme**, et, sauf dans une petite zone où le foie



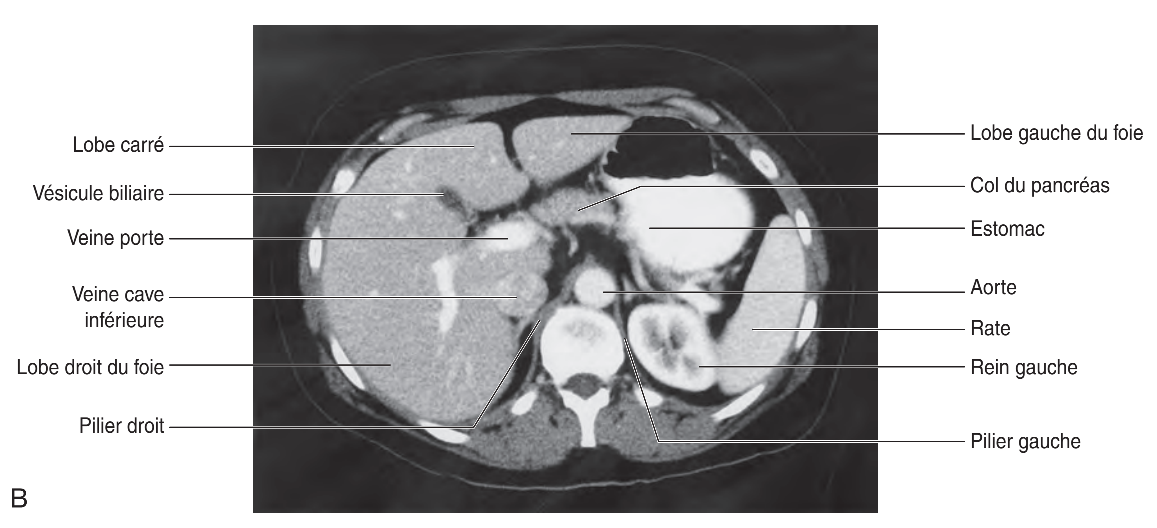


Figure 4.104 Face viscérale du foie. **A.** Schéma. **B.** Coupe de scanner abdominal injecté, dans le plan axial.

est contre le diaphragme (**zone non péritonisée**), le foie est quasi complètement recouvert de péritoine viscéral (fig. 4.105). D'autres replis péritonéaux relient le foie à l'estomac (**ligament hépatogastrique**), au duodénum (**ligament hépatoduodénal**) et au diaphragme (**ligaments triangulaires droit** et **gauche** et **ligaments coronaires antérieur** et **postérieur**).

La zone non péritonisée du foie est une partie du foie, située contre le diaphragme, où il n'y a pas de péritoine entre le foie et le diaphragme (fig. 4.105) :

- la limite antérieure de la zone non péritonisée est marquée par une réflexion du péritoine – le ligament coronaire antérieur ;
- sa limite postérieure est marquée par une réflexion péritonéale – le ligament coronaire postérieur ;
- lorsque les ligaments coronaires se rejoignent sur les côtés, ils forment les ligaments triangulaires droit et gauche.

Lobes

Le foie est divisé en deux parties droite et gauche par le ligament falciforme en haut et en avant et par la fissure du ligament veineux et du ligament rond sur la face viscérale (fig. 4.104). Le **lobe droit du foie** est un grand lobe unique, alors que le **lobe gauche du foie** est plus petit et comprend le lobe carré et le lobe caudé :

- le **lobe carré** est visible à la partie antérieure de la face viscérale du foie et est limité sur la gauche par le sillon du ligament rond et sur la droite par la fosse de la vésicule biliaire ;
- le **lobe caudé** est visible à la partie postérieure de la face viscérale du foie, et est limité sur la gauche par le sillon du ligament veineux et sur la droite par le sillon de la veine cave inférieure.

La vascularisation artérielle du foie est assurée par :

- l'artère hépatique droite issue de l'artère hépatique propre (branche de l'artère hépatique commune issue du tronc cœliaque) ;
- l'artère hépatique gauche issue de l'artère hépatique propre (branche de l'artère hépatique commune issue du tronc cœliaque).

Vésicule biliaire

La **vésicule biliaire** est un réservoir en forme de poire situé à la face viscérale du foie dans une fosse entre les lobes droit et carré (fig. 4.104). Elle présente :

- une extrémité arrondie (**fond de la vésicule biliaire**), qui peut se projeter au niveau du bord inférieur du foie ;

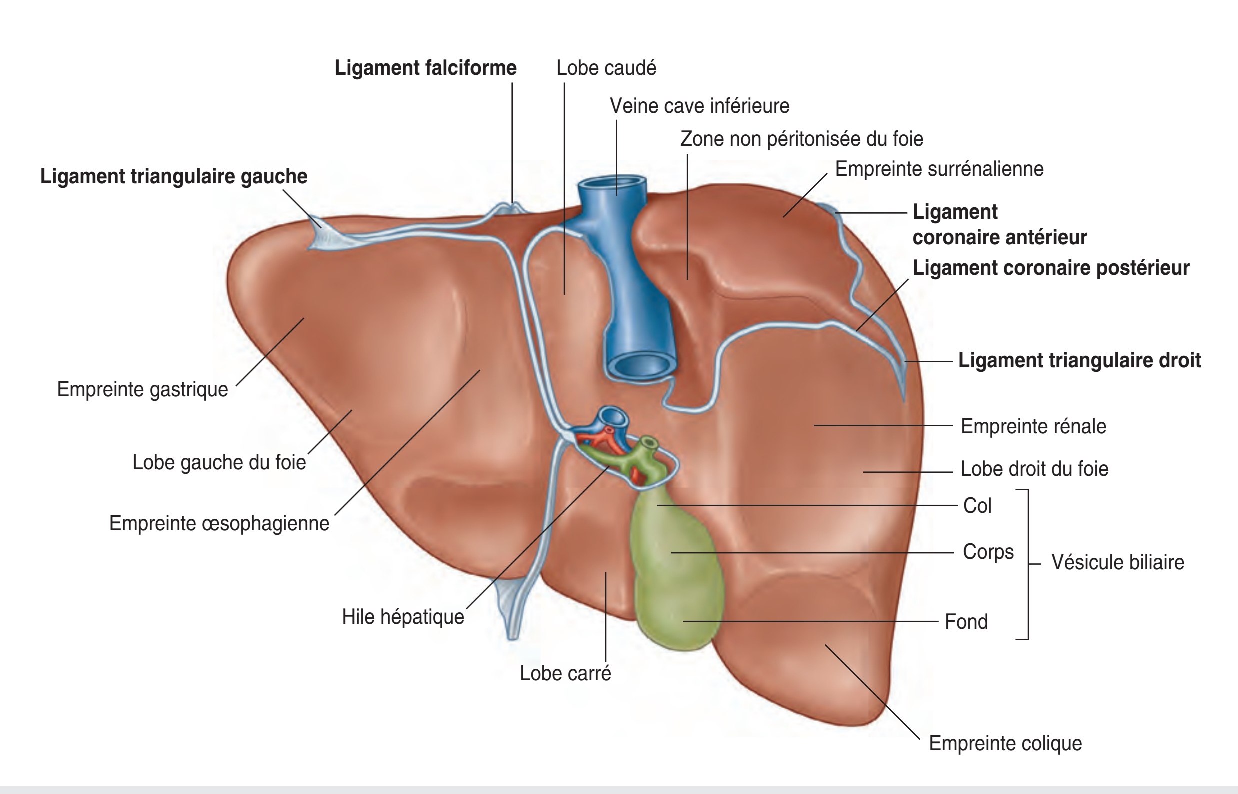


Figure 4.105 Vue postérieure de la zone non péritonisée du foie et des ligaments associés.

- une partie principale (**corps de la vésicule biliaire**), située dans la fosse, en rapport avec le côlon transverse et la partie supérieure du duodénum ;
- une partie étroite (**col de la vésicule biliaire**) avec des replis muqueux formant un coude.

La vascularisation artérielle de la vésicule biliaire (fig. 4.106) est assurée par l'artère cystique issue de l'artère hépatique droite (branche de l'artère hépatique propre).

La vésicule biliaire reçoit, concentre et stocke la bile venant du foie.

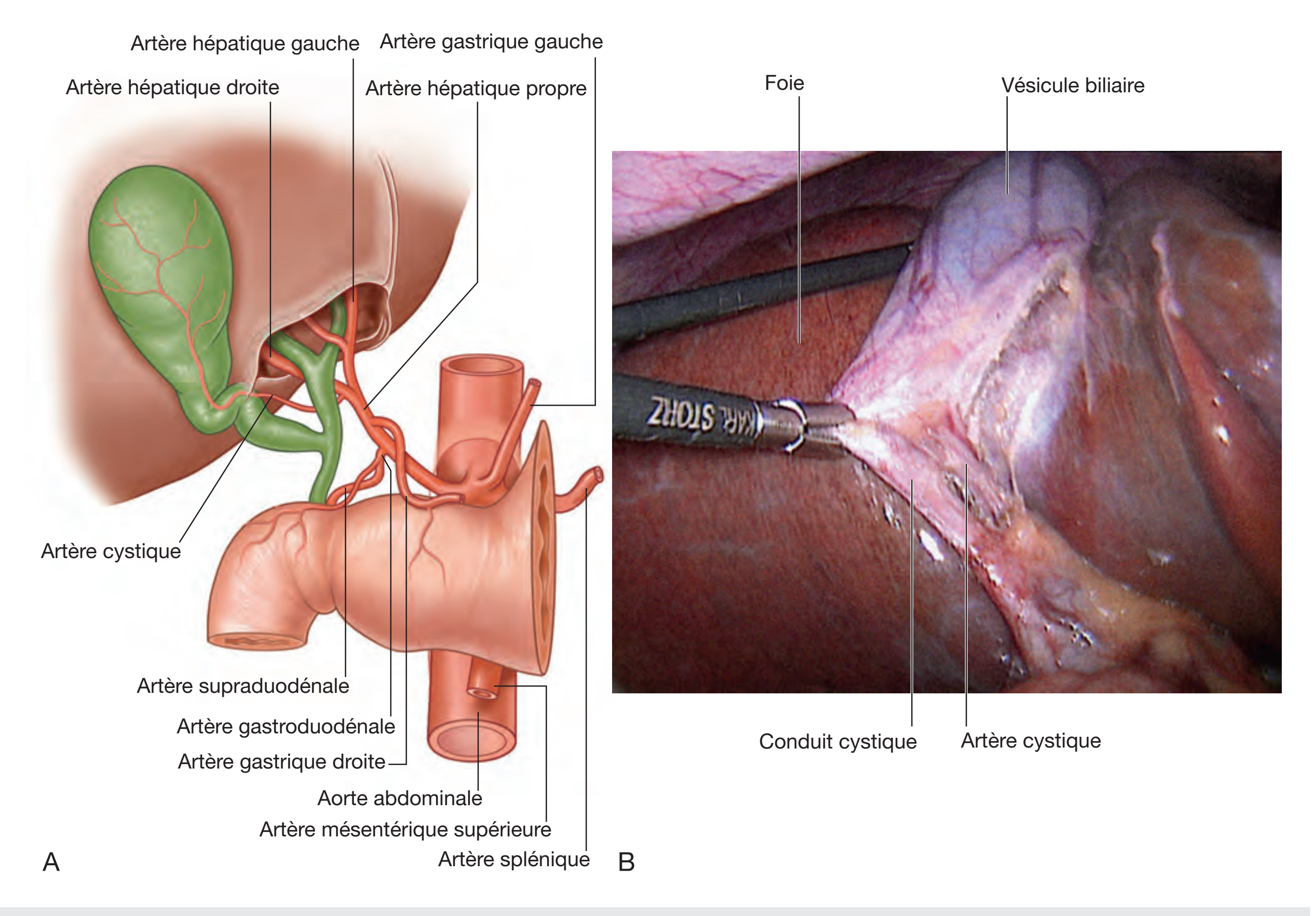


Figure 4.106 Vascularisation artérielle du foie et de la vésicule biliaire. **A.** Vue schématique. **B.** Vue chirurgicale laparoscopique du conduit et de l'artère cystique.

Pancréas

Le pancréas se situe principalement en arrière de l'estomac (fig. 4.107 et fig. 4.108). Il repose sur la paroi abdominale postérieure entre le duodénum à droite et la rate à gauche.

Le pancréas est (secondairement) en position rétropéritonéale, sauf sur une petite portion de sa queue. Il comprend une tête, un processus unciné, un col, un corps et une queue :

- la **tête du pancréas** est circonscrite par le cadre duodénal (en forme de C) ;

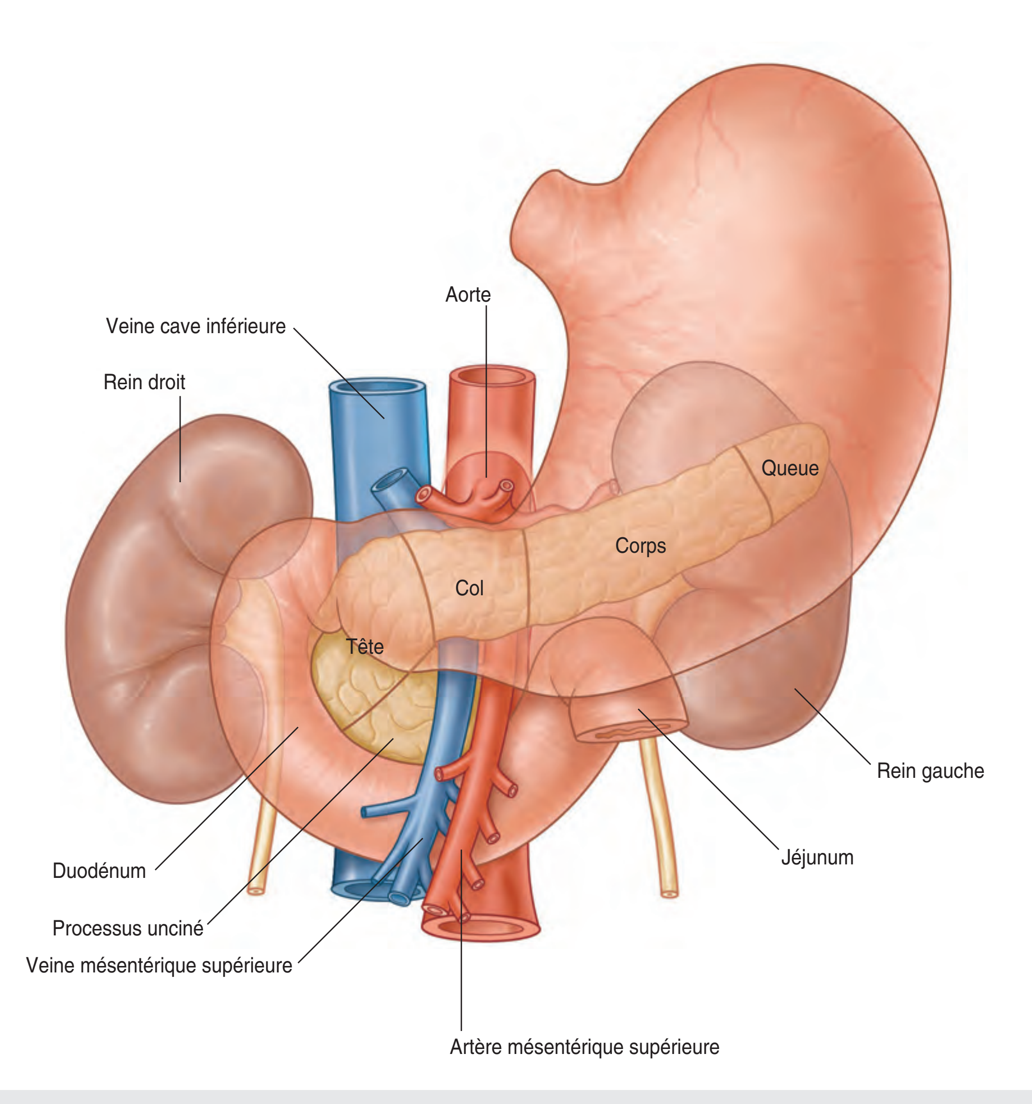


Figure 4.107 Pancréas.

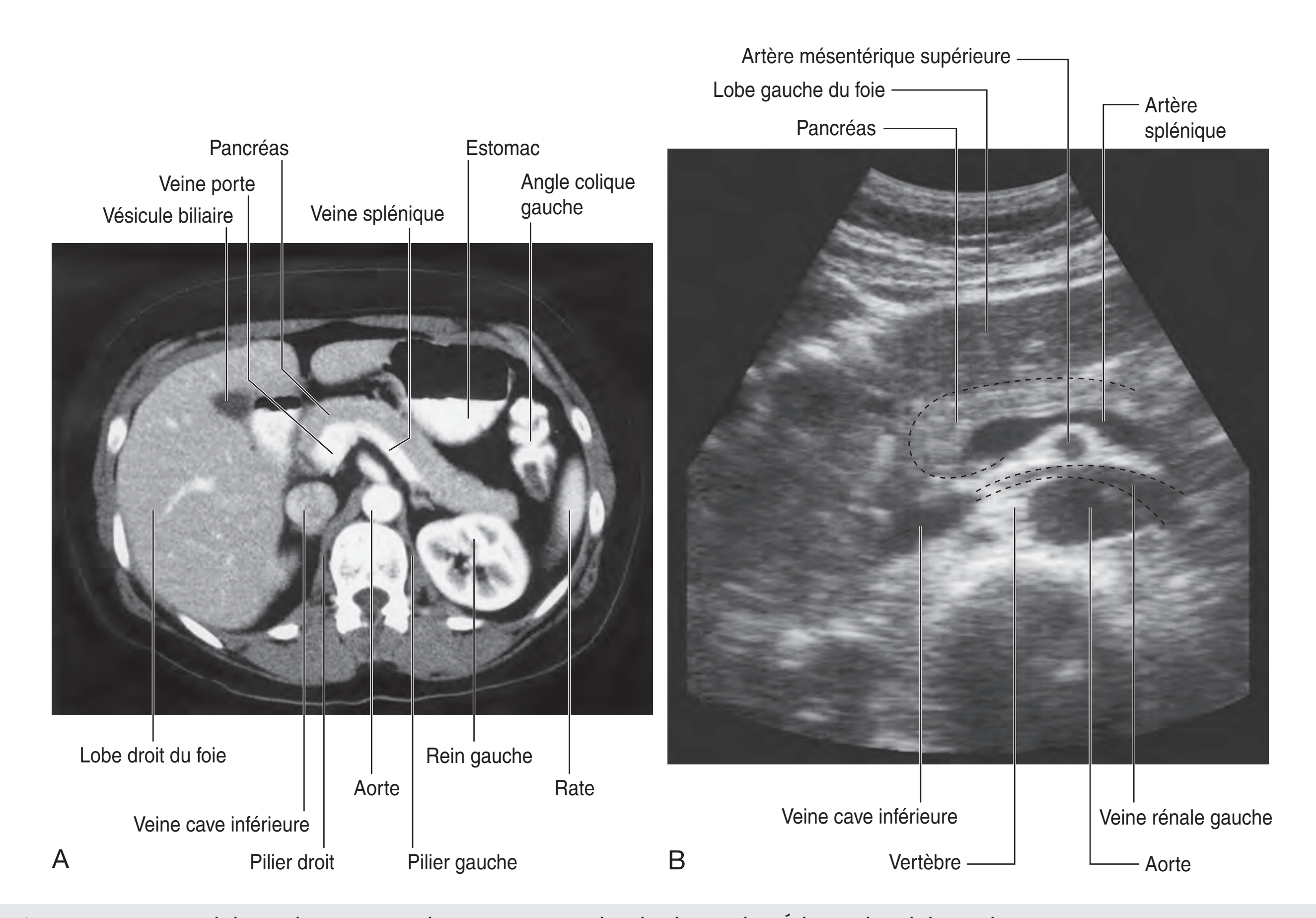


Figure 4.108 Images abdominales. **A.** Coupe de scanner injecté dans le plan axial. **B.** Échographie abdominale.

- le **processus unciné** est un prolongement inférieur de la tête du pancréas, qui passe en arrière des vaisseaux mésentériques supérieurs ;
- le **col du pancréas** est situé en avant des vaisseaux mésentériques supérieurs, et en arrière de celui-ci les veines mésentérique supérieure et splénique se rejoignent pour former la veine porte ;
- le **corps du pancréas** a une forme allongée et va du col à la queue du pancréas ;
- la **queue du pancréas** se termine entre les feuillets du ligament splénorénal.

Le **conduit pancréatique principal** débute au niveau de la queue du pancréas (fig. 4.109). Il se dirige vers la droite à travers le corps du pancréas, puis au niveau de la tête du pancréas, il s'infléchit vers le bas. Dans la partie inférieure de la tête du pancréas, le conduit pancréatique principal rejoint le conduit cholédoque. La réunion de ces deux structures forme l'**ampoule hépatopancréatique** (ampoule de Vater), qui s'ouvre à la partie descendante du duodénum (deuxième partie du duodénum) au niveau de la **papille duodénale majeure**. Un appareil sphinctérien entoure l'ampoule : le **sphincter de l'ampoule hépatopancréatique** (sphincter d'Oddi), qui est constitué de fibres musculaires lisses.

Le conduit pancréatique accessoire se jette dans le duodénum juste au-dessus de la papille duodénale majeure au niveau de la papille duodénale mineure (fig. 4.109). Si l'on suit le conduit accessoire de la papille mineure jusque dans la tête du pancréas, on remarque un point de bifurcation :

- une branche se poursuit vers la gauche, à travers la tête du pancréas, et peut s'anastomoser au conduit pancréatique principal au niveau où celui-ci s'infléchit vers le bas ;
- une seconde branche descend à la partie inférieure de la tête du pancréas, en avant du conduit pancréatique principal, et se termine dans le processus unciné.

Les conduits pancréatiques principal et accessoire échangent habituellement l'un avec l'autre des canalicules. La présence de ces deux conduits reflète l'origine embryologique du pancréas, qui provient de deux bourgeons de l'intestin antérieur : un ventral et un dorsal.

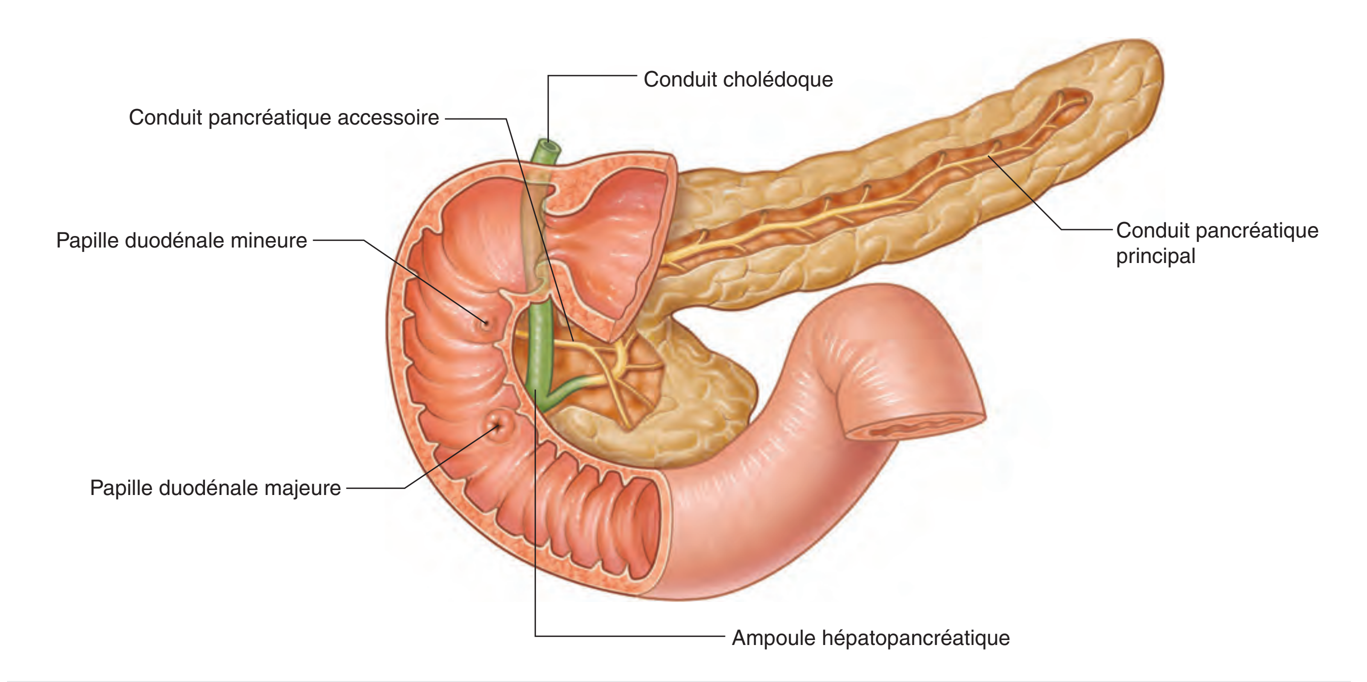


Figure 4.109 Système canalaire du pancréas.

La vascularisation artérielle du pancréas (fig. 4.110) est assurée par :

- l'artère gastroduodénale issue de l'artère hépatique commune (branche du tronc cœliaque) ;
- l'artère pancréaticoduodénale supérieure et antérieure issue de l'artère gastroduodénale ;
- l'artère pancréaticoduodénale supérieure et postérieure issue de l'artère gastroduodénale ;
- l'artère pancréatique dorsale issue de l'artère pancréatique inférieure (branche de l'artère splénique) ;
- l'artère grande pancréatique issue de l'artère pancréatique inférieure (branche de l'artère splénique) ;
- l'artère pancréaticoduodénale inférieure et antérieure issue de l'artère pancréaticoduodénale inférieure (branche de l'artère mésentérique supérieure) ;
- l'artère pancréaticoduodénale inférieure et postérieure issue de l'artère pancréaticoduodénale inférieure (branche de l'artère mésentérique supérieure).

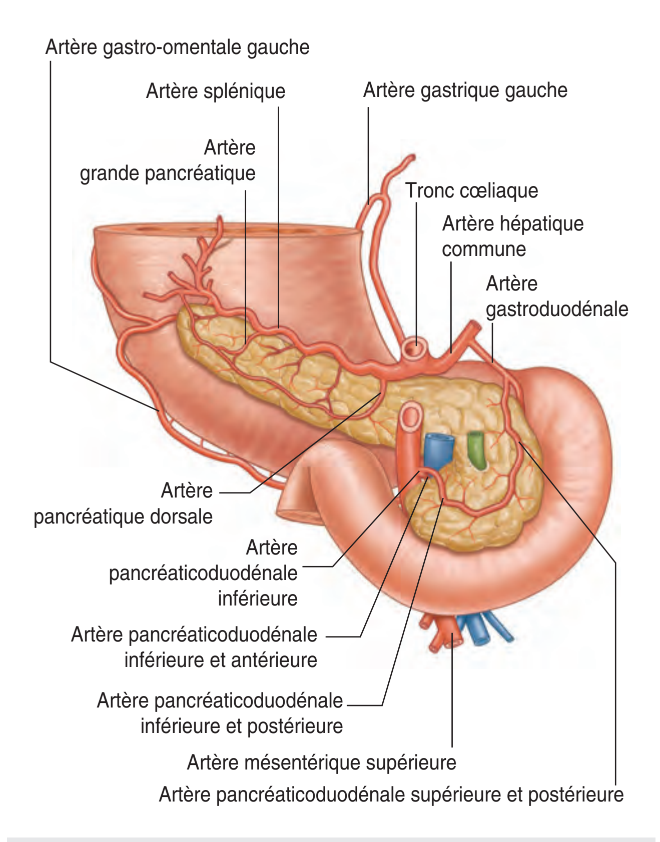


Figure 4.110 Vascularisation artérielle du pancréas. Vue postérieure.

En clinique

Pancréas annulaire

Le pancréas se développe à partir d'un bourgeon ventral et d'un bourgeon dorsal issus de l'intestin antérieur. Le bourgeon dorsal forme la majorité de la tête, du col et du corps du pancréas. Le bourgeon ventral tourne autour du conduit cholédoque pour constituer une partie de la tête et le processus unciné. Si le bourgeon ventral se dédouble (devient bifide), les deux segments peuvent encercler le duodénum. Le duodénum est alors enserré et cela peut même entraîner une atrésie, c'est-à-dire une absence due à un problème lors du développement. Après la naissance, l'enfant ne grossit pas et vomit en raison de la faible vidange gastrique.

Parfois, le diagnostic de pancréas annulaire est porté in utero par échographie. L'obstruction du duodénum empêche le fœtus d'avaler suffisamment de liquide amniotique ; cela augmente le volume total du liquide amniotique dans la cavité amniotique contenant le fœtus (**hydramnios**).

En clinique

Cancer du pancréas

Le cancer du pancréas représente un nombre important de décès et est souvent décrit comme un « tueur silencieux ». Les tumeurs malignes du pancréas peuvent être localisées n'importe où au sein du pancréas mais sont plus fréquentes au niveau de la tête et du col. Il existe de nombreux symptômes non spécifiques chez les patients atteints d'un cancer pancréatique comme des douleurs abdominales hautes, la perte d'appétit et la perte de poids. En fonction du site exacte du cancer, une obstruction du conduit cholédoque peut apparaître, entraînant un ictère obstructif. Bien que la chirurgie soit indiquée chez les patients pour lesquels un traitement curatif est possible, la plupart des cancers diagnostiqués ont déjà une diffusion locale, envahissant la veine porte et les vaisseaux mésentériques supérieurs, et pouvant s'étendre au tronc porte hépatique. La diffusion par voie lymphatique est habituelle et ces facteurs peuvent contre-indiquer une chirurgie curative. Compte tenu de la position du pancréas, la résection chirurgicale est une intervention complexe incluant la région pancréatique tumorale avec une partie du duodénum, et nécessitant une procédure de dérivation digestive.




Voie biliaire

Le système canalaire d'écoulement de la bile part du foie, gagne la vésicule biliaire et s'abouche au niveau de la partie descendante du duodénum (fig. 4.111). La coalescence des conduits débute au sein du parenchyme hépatique et se poursuit par les **conduits hépatiques droit** et **gauche**. Ceux-ci drainent respectivement les lobes droit et gauche du foie.

Les deux conduits hépatiques se rejoignent pour former le **conduit hépatique commun**, qui chemine, à côté du foie, avec l'artère hépatique propre et la veine porte au niveau du bord libre du petit omentum.

Le conduit hépatique commun poursuit sa descente et s'anastomose avec le **conduit cystique** venant de la vésicule biliaire. Cela aboutit à la formation du **conduit cholédoque**. À ce niveau, le conduit cholédoque se situe à la droite de l'artère hépatique propre, et habituellement à droite et en avant de la veine porte, dans le bord libre du petit omentum. Le **foramen omental** est à ce niveau en arrière de ces structures.

Le conduit cholédoque continue à descendre, passant en arrière de la partie supérieure du duodénum avant de se réunir avec le conduit pancréatique principal pour s'aboucher dans la partie descendante du duodénum au niveau de la papille duodénale majeure (fig. 4.111).

Vésicule biliaire
Aiguille
Conduit hépatique droit
Conduit hépatique gauche
Conduit hépatique commun
Conduit cystique
Conduit biliaire
Conduit cystique
Conduit hépatique commun
Conduit cholédoque
Partie descendante du duodénum
Conduit pancréatique principal
A
Partie descendante du duodénum
B

Figure 4.111 Drainage de la bile. **A.** Système canalaire d'écoulement de la bile. **B.** Cholangiographie hépatique percutanée montrant le système canalaire biliaire.

Rate

La rate se développe en tant qu'élément du système vasculaire dans le mésentère dorsal qui suspend l'estomac embryonnaire de la paroi de l'organisme. Chez l'adulte, la rate se trouve contre le diaphragme, dans l'aire de projection des 9e et 10e côtes (fig. 4.112). Elle est située dans le quadrant supérieur gauche ou dans l'hypochondre gauche de l'abdomen.

La rate est en rapport :

- avec la grande courbure de l'estomac par le ligament gastrosplénique, qui contient les vaisseaux gastriques courts et gastro-omentaux ;
- avec le rein gauche par le ligament splénorénal ou ligament phrénicosplénique (fig. 4.113), qui contient les vaisseaux spléniques.

Ces ligaments font tous deux partie du grand omentum.

La rate est recouverte de péritoine viscéral sauf au niveau de son hile situé sur sa face médiale (fig. 4.114). Le **hile splénique** est le point d'entrée des vaisseaux spléniques, et occasionnellement, la queue du pancréas peut atteindre cette zone.

La vascularisation artérielle de la rate (fig. 4.115) est assurée par l'artère splénique issue du tronc cœliaque.

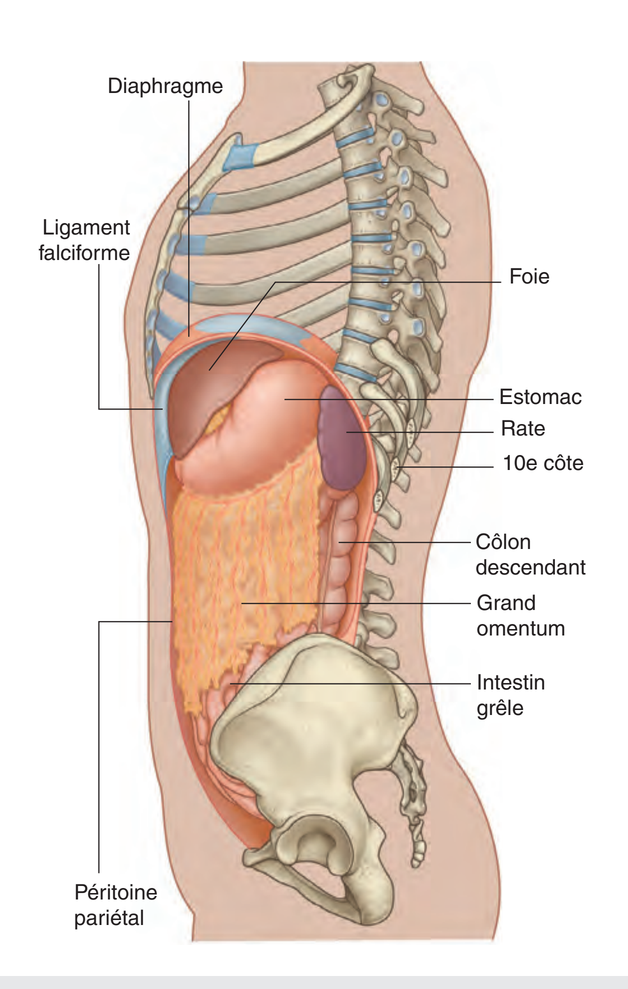


Figure 4.112 Rate.

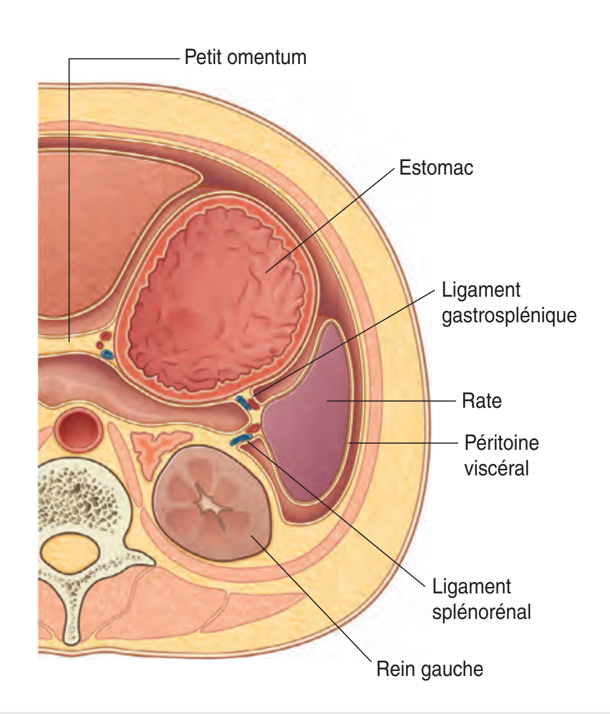


Figure 4.113 Ligaments spléniques et vascularisation.



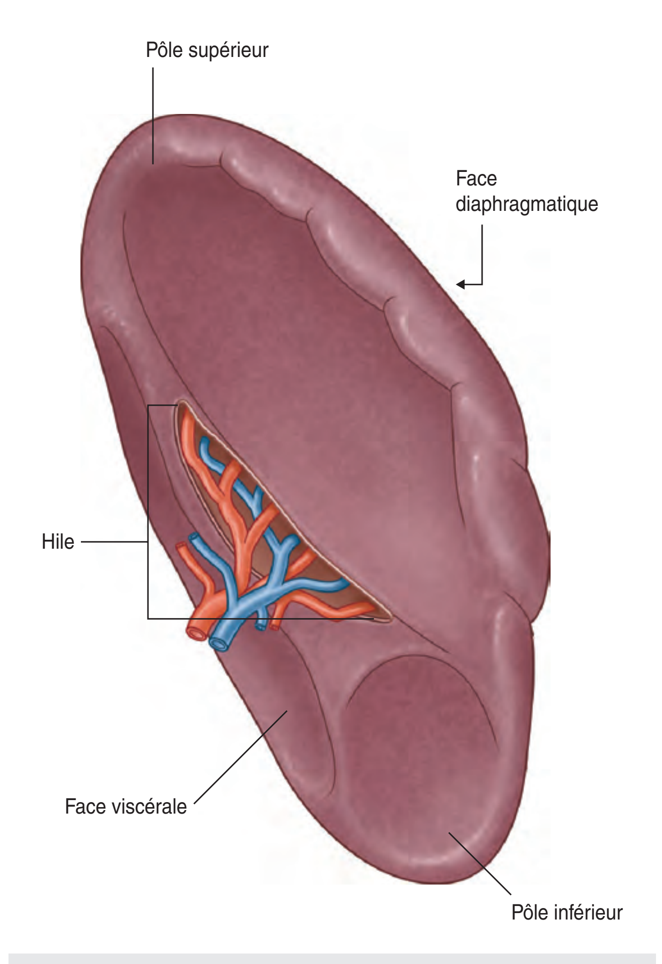


Figure 4.114 Faces et hile de la rate.

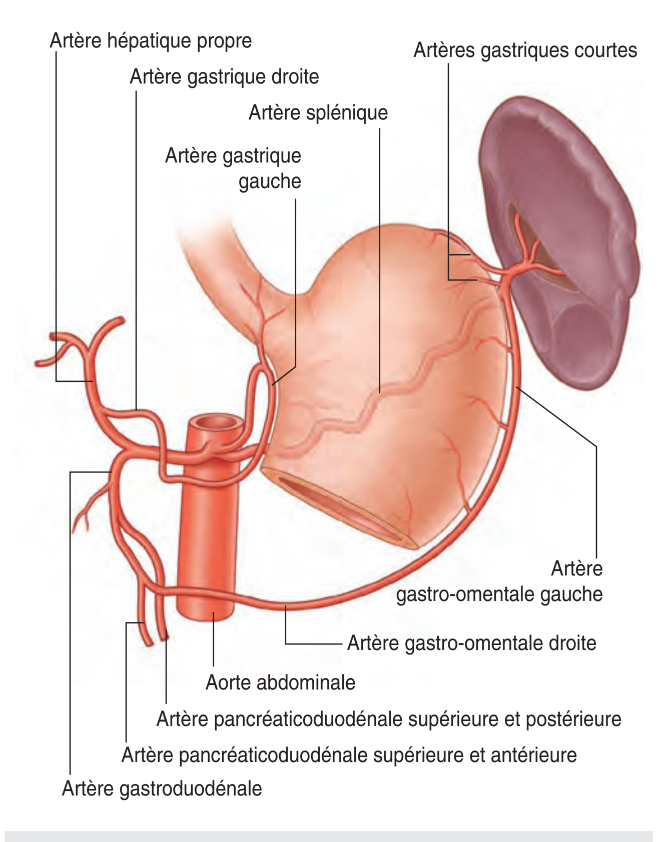


Figure 4.115 Vascularisation artérielle de la rate.

En clinique

Segmentation du foie

Pendant de nombreuses années, la segmentation du foie sur le plan anatomique n'a eu que peu d'importance. Cependant, avec le développement de la résection chirurgicale, la taille, la forme et la segmentation du foie sont devenues importantes sur le plan clinique, notamment pour la résection de métastases hépatiques. En effet, la connaissance détaillée des segments permet de mener à bien une chirurgie curative chez des patients porteurs de métastases.

Le foie est divisé par le **plan principal** en deux moitiés de taille à peu près équivalente. Ce plan est défini par une ligne parasagittale imaginaire allant de la vésicule biliaire à l'incisure créée en arrière par la veine cave inférieure. C'est dans ce plan qu'est retrouvée la veine hépatique moyenne. Il est à noter que le plan principal divise le foie en deux moitiés anatomiques droite et gauche. Les lobes du foie sont de taille inégale et n'ont que peu d'intérêt anatomique pour la chirurgie.

En clinique—Suite

Le foie est subdivisé en huit segments fondés sur la ramification de l'artère hépatique, de la veine porte et de la voie biliaire (fig. 4.116).

Le lobe caudé est défini comme le segment I ; les autres segments sont numérotés dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'au segment VIII. Les caractéristiques sont très souvent les mêmes d'un individu à l'autre.

D'un point de vue chirurgical, une hépatectomie droite impliquerait la division du foie dans le plan principal, avec une résection des segments V, VI, VII et VIII, les segments I, II, III et IV étant laissés en place.

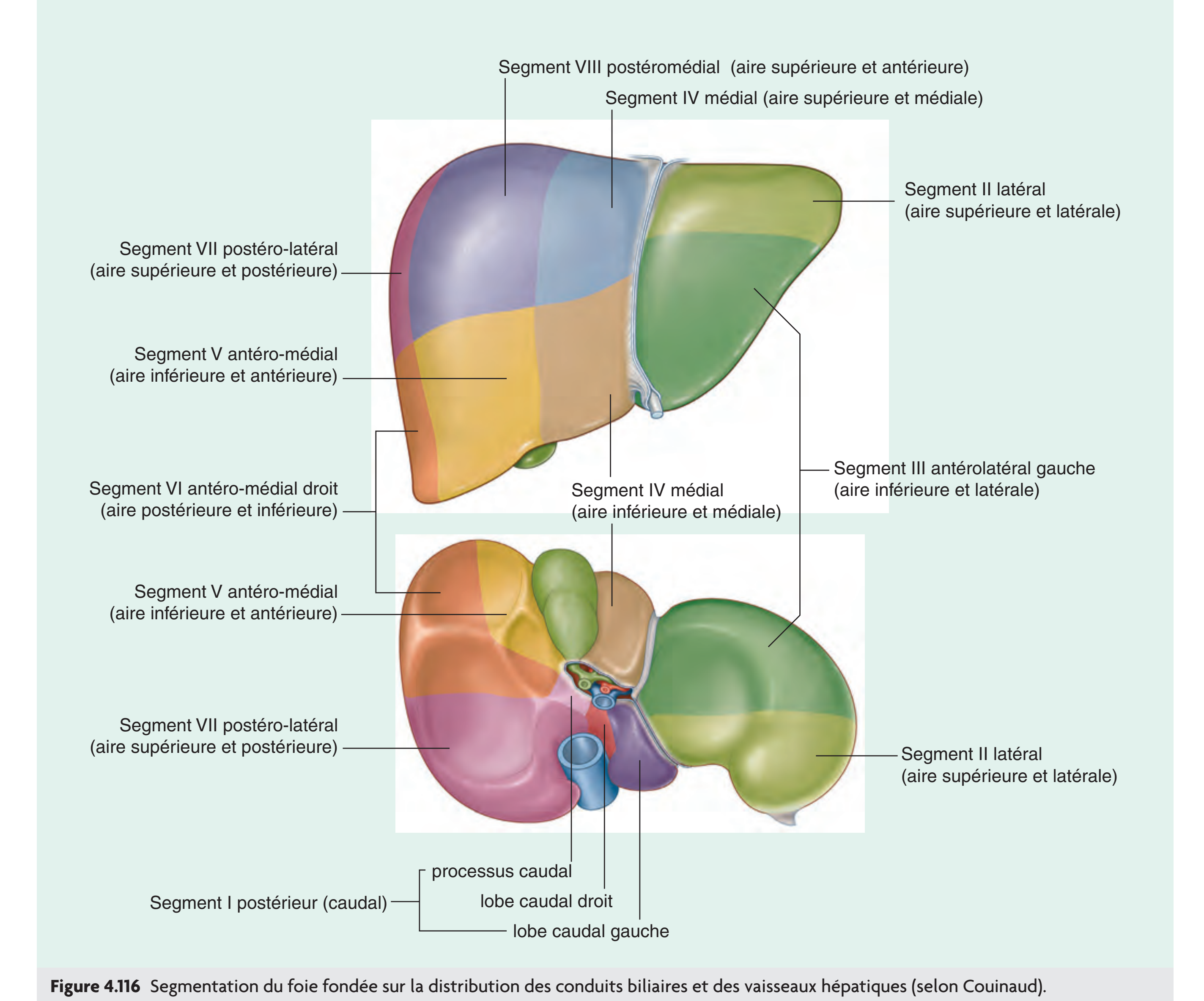


Figure 4.116 Segmentation du foie fondée sur la distribution des conduits biliaires et des vaisseaux hépatiques (selon Couinaud).

(*Suite*)

En clinique

Calculs biliaires

Les calculs biliaires sont présents chez environ 10 % de la population de plus de 40 ans, et ils sont plus fréquents chez les femmes. Ils sont constitués de plusieurs éléments, avec principalement un mélange de cholestérol et des pigments biliaires. Ils peuvent être le siège de calcifications, qui sont visibles sur les radiographies standard. Les calculs biliaires peuvent être mis en évidence de façon incidentelle lors d'une échographie abdominale de routine (fig. 4.117) ou sur une radiographie standard.

Le mode le plus facile de confirmation de la présence de calculs est l'échographie de la vésicule biliaire. Le patient reste à jeûn pendant 6 heures pour s'assurer que la vésicule est bien distendue et il y a un faible effet d'ombre par les gaz digestifs sus-jacents. L'examen peut aussi identifier la dilatation de la voie biliaire et la présence d'une cholécystite. La cholangiopancréatographie-IRM est une autre technique pour obtenir une imagerie de la vésicule et de l'arbre biliaire, qui utilise le liquide présent dans les voies bilaires et le conduit pancréatique comme produit de contraste pour montrer les calculs et les défauts de remplissage de la vésicule biliaire ainsi que des conduits hépatiques et extrahépatiques. Elle peut montrer les sténoses de l'arbre biliaire et peut aussi être utilisée pour visualiser l'anatomie du foie et du pancréas (fig. 4.118).

De temps en temps, des calculs peuvent s'impacter dans la région bulbeuse du col de la vésicule biliaire **(zone de Hartmann)**. Quand ils stagnent dans cette région, la vésicule ne peut plus se vider normalement et les contractions de sa paroi entraînent des douleurs importantes. Si cela persiste, une **cholécystectomie** (ablation de la vésicule biliaire) peut s'avérer nécessaire.

Parfois, la vésicule biliaire peut devenir inflammatoire **(cholécystite)**. Si l'inflammation gagne le péritoine pariétal du diaphragme, la douleur se localise non seulement au niveau du quadrant supérieur droit, mais peut également se projeter sur l'épaule droite. Cette douleur projetée est due à l'innervation du péritoine pariétal du diaphragme, qui est assurée par les racines médullaires C3 à C5, qui innervent aussi la peau de l'épaule. Dans ce cas, une région sensitive somatique à sensibilité médiocre (diaphragme) se projette sur une région sensitive somatique à sensibilité élevée (dermatomes).

De temps en temps, de petits calculs biliaires passent dans le conduit cholédoque et sont arrêtés dans la région du sphincter de l'ampoule, ce qui fait obstruction à l'écoulement de la bile dans le duodénum. Cela entraîne alors l'apparition d'un ictère.

CPRE

La cholangiopancréatographie rétrograde endoscopique (CPRE) peut être utilisée pour procéder à l'exérèse de lithiases qui obstruent les voies biliaires. Cette technique associe l'endoscopie endoluminale à la fluoroscopie pour faire le diagnostic et traiter les pathologies des conduits biliaires et pancréatiques. Un endoscope avec un système

Vésicule biliaire

Calculs biliaires

Figure 4.117 Vésicule biliaire contenant plusieurs calculs. Échographie.

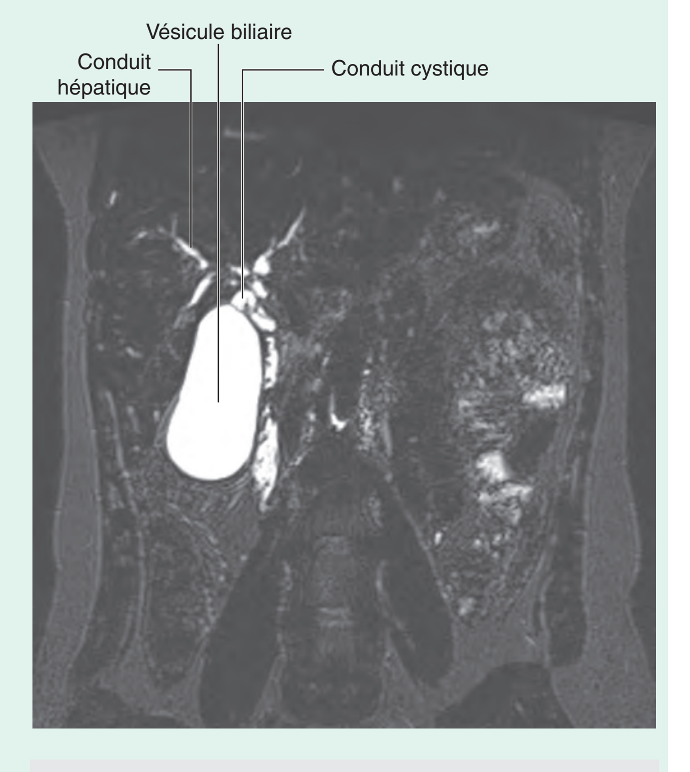


Figure 4.118 Coupe coronale en cholangiopancréatographie-IRM.

En clinique—Suite

optique de vue latérale est introduit via l'œsophage et l'estomac jusqu'à la deuxième partie du duodénum où la grande papille (ampoule de Vater) est identifiée. Ce repère correspond à la zone de convergence du conduit pancréatique avec la voie biliaire commune. La papille est d'abord examinée, à la recherche de possibles anomalies (calcul enclavé ou tumeurs), et une biopsie peut être réalisée si nécessaire. Puis le conduit cholédoque et le conduit pancréatique sont tour à tour canulés et une petite quantité de produit de contraste est injectée pour visualiser le conduit cholédoque (cholangiographie) ou le conduit pancréatique (pancréatographie) (fig. 4.119). Si un calcul est présent, il peut être enlevé par une pince ou par un ballon d'extraction. Habituellement, une sphinctérotomie est pratiquée avant l'exérèse des calculs pour faciliter son passage à travers le conduit cholédoque distal.

Dans les cas d'obstruction de la voie biliaire due à une sténose d'origine bénigne ou maligne, un stent peut être placé dans la voie biliaire commune ou dans l'un des conduits hépatiques pour permettre l'ouverture du segment rétréci. La perméabilité du stent implanté est vérifiée par l'instillation de produit de contraste pour confirmer le flux libre du produit à travers le stent.

Figure 4.119 Cholangiopancréatographie rétrograde endoscopique (CPRE) des voies biliaires.

En clinique

Ictère

L'ictère correspond à une coloration jaune de la peau causée par un excès de pigments biliaires (bilirubine) dans le plasma. La coloration jaune est mieux appréciée au niveau de la sclère des yeux, normalement blanche, qui devient alors jaune.

L'importance et la durée de l'augmentation du taux de pigments biliaires conditionnent la sévérité de l'ictère.

Explication simplifiée pour comprendre les différents types d'ictère et leurs causes anatomiques

Quand les globules rouges sont détruits par le système réticulo-endothélial, le fer de la molécule d'hémoglobine est recyclé, alors que les composants de l'anneau de porphyrine (globine) sont fractionnés pour former la bilirubine libre. Lorsqu'elle gagne le foie via le flux sanguin, la bilirubine libre est transformée en bilirubine conjuguée. Cette bilirubine conjuguée est alors sécrétée dans l'arbre biliaire puis dans le tube digestif où elle donne une couleur sombre aux selles.

Ictère préhépatique

Ce type d'ictère est habituellement la conséquence de situations où les globules rouges sont détruits en excès (par exemple lors d'un accident d'incompatibilité sanguine durant une transfusion ou lors d'une anémie hémolytique).

Ictère hépatique

La chaîne de réactions biochimiques qui transforme la bilirubine libre en bilirubine conjuguée peut être perturbée par une pathologie inflammatoire touchant le foie (par exemple lors d'une hépatite ou d'une pathologie hépatique chronique telle que la cirrhose hépatique) ou par une intoxication (intoxication au paracétamol).

Ictère posthépatique

N'importe quel obstacle sur la voie biliaire peut entraîner un ictère, mais les deux causes les plus fréquentes sont les calculs biliaires et une tumeur de la tête du pancréas comprimant le conduit cholédoque.

En clinique

Pathologies spléniques

D'un point de vue clinique, il existe deux principales catégories de pathologies spléniques : la rupture et l'hypertrophie.

Rupture splénique

Elle est susceptible de se produire lors d'un traumatismelocalisé du quadrant supérieur gauche. Elle peut être associée à des fractures des côtes inférieures gauches. La rate possède une capsule très fine, et peut être traumatisée même si les organes voisins ne sont pas atteints; elle est également très vascularisée, et lorsqu'elle se rompt, elle saigne massivement dans la cavité péritonéale. Une rupture de la rate doit toujours être suspectée devant un traumatisme abdominal. Les traitements habituels tentent de conserver la rate tant que possible, mais dans certains cas une splénectomie doit être réalisée.

Hypertrophie splénique

La rate est un organe du système réticulo-endothélial impliqué dans l'hématopoïèse et la défense immunitaire. Les pathologies qui touchent le système réticulo-endothélial (comme les leucémies, les lymphomes et certaines infections) sont susceptibles d'entraîner une lymphadénopathie généralisée et une hypertrophie de la rate (**splénomégalie**) (fig. 4.120). Le volume de la rate augmente souvent lors de son activité physiologique normale, comme la destruction de micro-organismes et de particules dans la circulation sanguine, en produisant plus d'anticoprs au cours d'une infection, ou en éliminant des érythrocytes déficients (par exemple dans la thalassémie et la sphérocytose). La splénomégalie peut aussi résulter d'ue augmentation de la pression veineuse provoquée par une insuffisance cardiaque, une thrombose de la veine splénique, ou une hypertension portale. Une rate hypertrophique est à risque de se rompre.

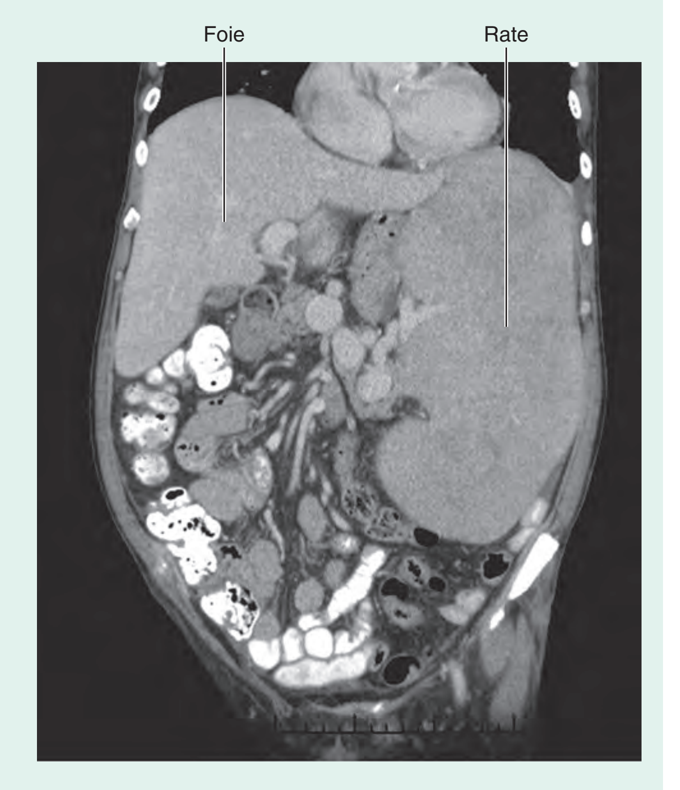


Figure 4.120 Scanner coronal de l'abdomen montrant une importante augmentation du volume de la rate (splénomégalie).

Vascularisation artérielle

L'**aorte abdominale** débute au niveau du hiatus aortique du diaphragme, en avant du bord inférieur de la 12e vertèbre thoracique (fig. 4.121). Elle descend à travers l'abdomen, en avant des corps vertébraux, et lorsqu'elle se termine en regard de la vertèbre LIV, elle est légèrement à gauche de la ligne médiane. Les deux branches terminales de l'aorte abdominale sont les deux **artères iliaques communes**.

Branches antérieures de l'aorte abdominale

L'aorte abdominale donne des branches antérieures, latérales et postérieures lorsqu'elle chemine dans la cavité abdominale. Les trois branches antérieures qui vascularisent les viscères du tractus gastro-intestinal sont : le **tronc cœliaque**, l'**artère mésentérique supérieure** et l'**artère mésentérique inférieure** (fig. 4.121).

Le tube digestif primitif peut être divisé en trois régions : l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur. Les

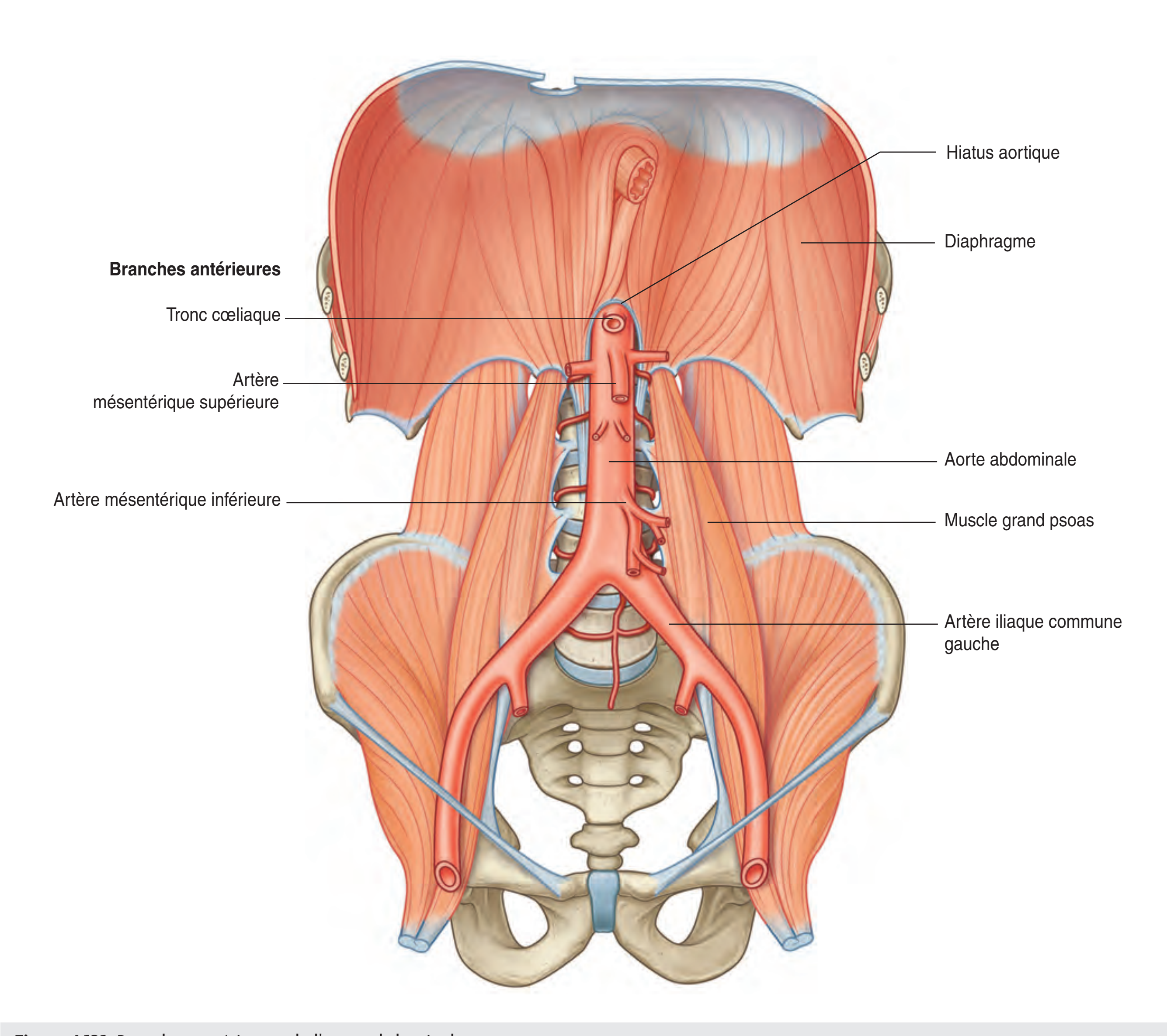


Figure 4.121 Branches antérieures de l'aorte abdominale.



limites de ces régions sont directement liées aux zones de distribution des trois branches antérieures de l'aorte abdominale (fig. 4.122).

- L'**intestin antérieur** débute avec l'œsophage abdominal et se termine juste en dessous de la papille duodénale majeure, au milieu de la partie descendante du duodénum. Il comprend l'œsophage abdominal, l'estomac, le duodénum (au-dessus de la papille duodénale majeure), le foie, le pancréas et la vésicule biliaire. De plus, la rate se développe en relation avec l'intestin antérieur. La vascularisation de l'intestin antérieur est assurée par le tronc cœliaque.
- L'**intestin moyen** commence juste sous la papille duodénale majeure, au niveau de la partie descendante du duodénum, et se termine à la jonction entre les deux tiers proximaux et le tiers distal du côlon transverse. Il comprend le duodénum (en dessous de la papille duodénale majeure), le jéjunum, l'iléum, le cæcum, l'appendice, le côlon ascendant, les deux tiers droits du côlon transverse. La vascularisation de l'intestin moyen est assurée par l'artère mésentérique supérieure (fig. 4.122).
- L'**intestin postérieur** débute juste avant l'angle colique gauche (à l'union des deux tiers proximaux et du tiers distal du côlon transverse) et se termine au milieu du canal anal. Il comprend le tiers gauche du côlon transverse, le côlon descendant, le côlon sigmoïde, le rectum et la partie supérieure du canal anal. La vascularisation de l'intestin postérieur est assurée par l'artère mésentérique inférieure (fig. 4.122).

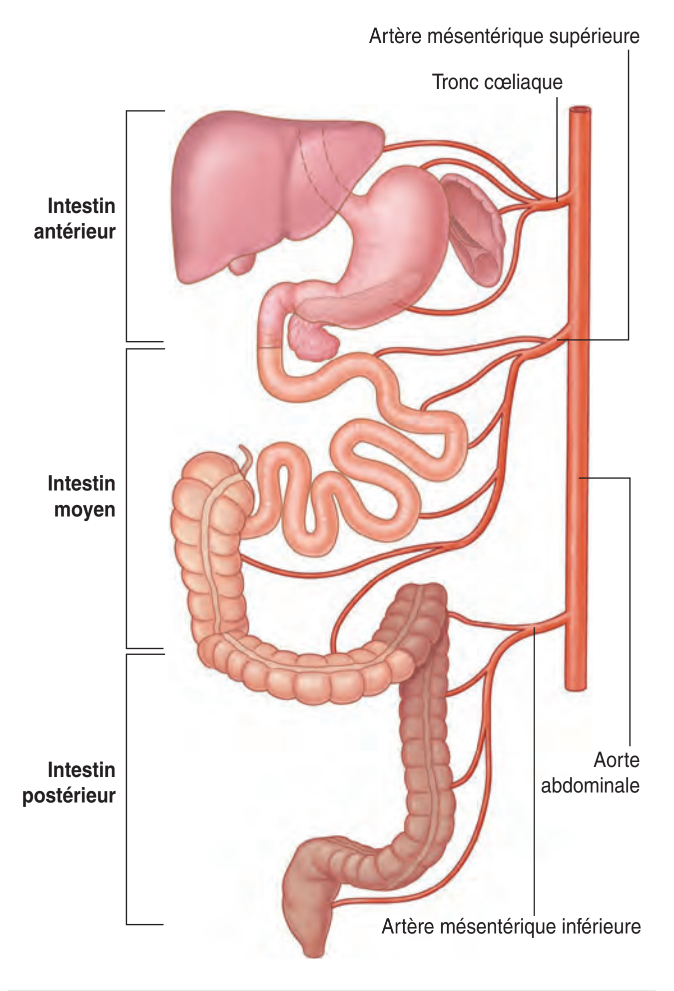


Figure 4.122 Divisions du tractus gastro-intestinal en intestins antérieur, moyen et postérieur, résumant la vascularisation artérielle primitive de chaque segment.

Tronc cœliaque

Le tronc cœliaque est la branche antérieure de l'aorte abdominale assurant la vascularisation de l'intestin antérieur. Il naît de l'aorte abdominale immédiatement sous le hiatus aortique du diaphragme (fig. 4.123), en avant de la partie supérieure de la vertèbre LI. Il se divise immédiatement en artère gastrique gauche, en artère splénique et en artère hépatique commune.

Artère gastrique gauche

L'artère gastrique gauche est la plus petite branche du tronc cœliaque. Elle monte vers la jonction cardio-œsophagienne et donne des branches œsophagiennes pour la partie abdominale de l'œsophage (fig. 4.123). Certaines de ces branches passent à travers le hiatus aortique du diaphragme et s'anastomosent avec des branches œsophagiennes issues de l'aorte thoracique. L'artère gastrique gauche décrit ensuite une courbure à concavité supérieure puis descend le long de la petite courbure de l'estomac dans le petit omentum. Elle vascularise les deux faces de l'estomac dans cette région et s'anastomose avec l'artère gastrique droite.

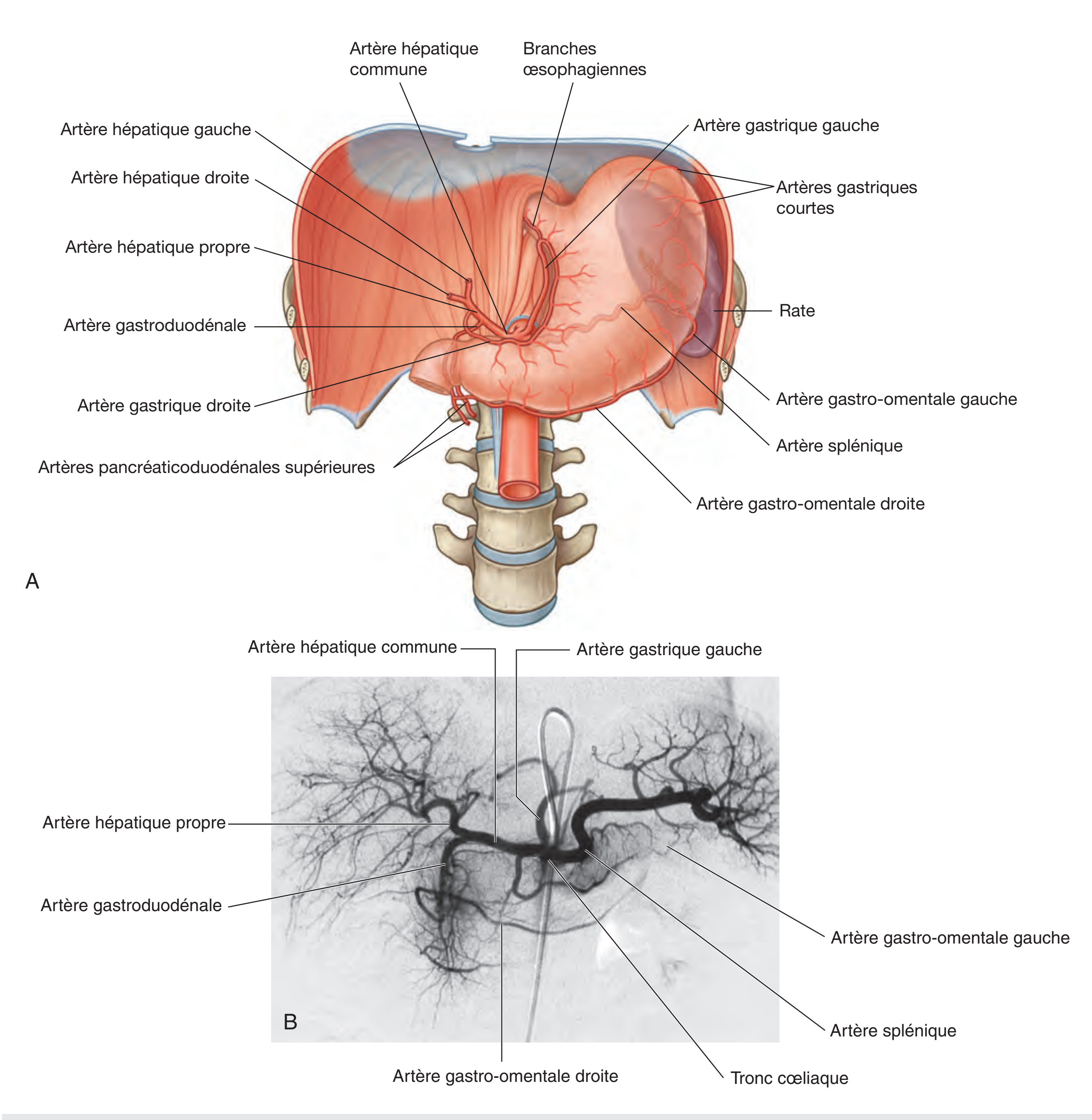


Figure 4.123 Tronc cœliaque. **A.** Branches du tronc cœliaque. **B.** Angiographie digitale en soustraction du tronc cœliaque et de ses branches.

Artère splénique

L'**artère splénique**, branche la plus volumineuse du tronc cœliaque, présente un trajet tortueux vers la gauche, le long du bord supérieur du pancréas (fig. 4.123). Elle chemine dans le ligament splénorénal (ou ligament phrénicosplénique) et se divise en de nombreuses branches qui pénètrent le hile de la rate. Lorsque l'artère splénique chemine le long du bord supérieur du pancréas, elle donne de nombreuses petites branches pour le col, le corps et la queue du pancréas (fig. 4.124).

Approchant de la rate, l'artère splénique donne les **artères gastriques courtes**, qui passent à travers le ligament gastrosplénique pour vasculariser le fundus de l'estomac. Elle donne également l'**artère gastro-omentale gauche**, qui chemine le long de la grande courbure de l'estomac et s'anastomose avec l'artère gastro-omentale droite.

Figure 4.124 Vascularisation artérielle du pancréas.

Artère hépatique commune

L'artère hépatique commune, branche du tronc cœliaque de calibre moyen, chemine vers la droite et se divise en ses deux branches terminales, l'artère hépatique propre et l'artère gastroduodénale (fig. 4.123 et fig. 4.124).

L'artère hépatique propre monte vers le foie dans le bord libre du petit omentum. Elle chemine à gauche du conduit cholédoque et en avant de la veine porte, et se divise en **artères hépatiques droite** et **gauche** près du hile hépatique (fig. 4.125). Quand l'artère hépatique droite s'approche du foie, elle donne l'artère cystique pour la vésicule biliaire.

L'**artère gastrique droite** naît souvent de l'artère hépatique propre, mais elle peut aussi provenir de l'artère hépatique commune ou de l'artère hépatique gauche, de l'artère gastroduodénale, ou de l'artère supraduodénale. Elle se dirige vers la gauche et monte le long de la petite courbure gastrique dans le petit omentum, vascularise les parties adjacentes de l'estomac, et s'anastomose avec l'artère gastrique gauche.

L'artère gastroduodénale donne l'**artère supraduodénale** et l'artère pancréaticoduodénale postérieure et supérieure près du bord supérieur de la partie supérieure du duodénum. Après ces branches, l'artère gastroduodénale se poursuit et descend en arrière de la partie supérieure du duodénum. Lorsqu'elle atteint le bord inférieur de la portion supérieure du duodénum, l'artère gastroduodénale se divise en ses branches terminales, l'**artère gastro-omentale droite** et l'**artère pancréaticoduodénale antérieure et supérieure** (fig. 4.124).

L'artère gastro-omentale droite se dirige vers la gauche, le long de la grande courbure de l'estomac, pour s'anastomoser par la suite avec l'artère gastro-omentale gauche née de l'artère splénique. Elle donne des branches pour les deux faces de l'estomac et d'autres branches qui descendent dans le grand omentum.

L'artère pancréaticoduodénale antérieure et supérieure descend, et avec l'artère pancréaticoduodénale postérieure et supérieure, vascularise la tête du pancréas et le duodénum (fig. 4.124). Ces vaisseaux s'anastomosent parfois avec les branches antérieure et postérieure de l'artère pancréaticoduodénale inférieure.

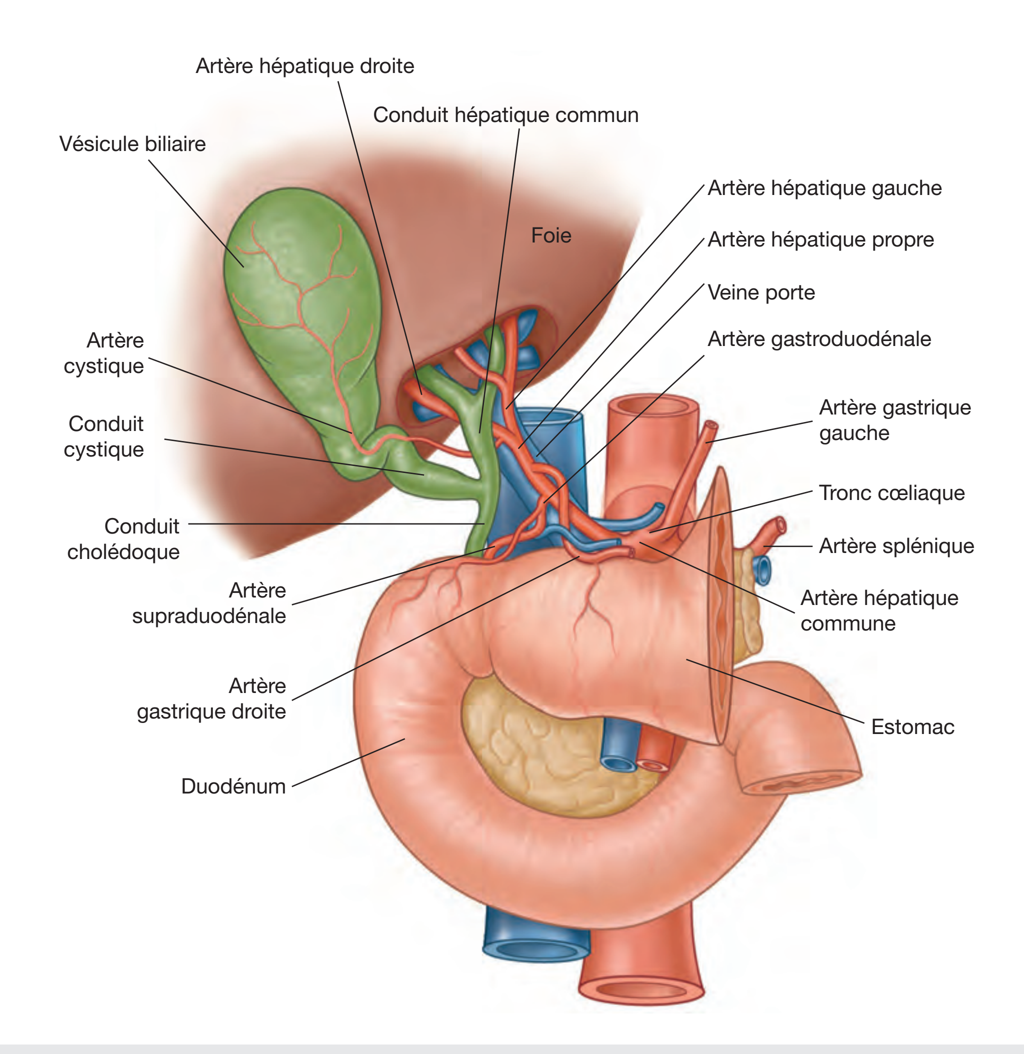


Figure 4.125 Branches de l'artère hépatique commune.

Artère mésentérique supérieure

L'artère mésentérique supérieure est la branche antérieure de l'aorte abdominale assurant la vascularisation de l'intestin moyen. Elle naît de l'aorte abdominale immédiatement au-dessous de l'artère cœliaque (fig. 4.126), en avant de la partie inférieure de la vertèbre LI.

L'artère mésentérique supérieure est croisée en avant par la veine splénique et par le col du pancréas. En arrière de cette artère se trouvent la veine rénale gauche, le processus unciné du pancréas et la partie inférieure du duodénum. Après avoir donné sa première branche (l'**artère pancréaticoduodénale inférieure**), l'artère mésentérique supérieure donne les **artères jéjunales** et **iléales** sur sa gauche (fig. 4.126). Sur sa droite, elle donne trois vaisseaux – l'**artère colique moyenne**, l'**artère colique droite** et l'**artère iléocolique** – qui vascularisent l'iléum terminal, le cæcum, le côlon ascendant et les deux tiers proximaux du côlon transverse.

Artère pancréaticoduodénale inférieure

L'artère pancréaticoduodénale inférieure est la première branche de l'artère mésentérique supérieure. Elle se divise immédiatement en branches antérieure et postérieure, qui prennent un trajet ascendant sur les faces correspondantes de la tête du pancréas. Plus haut, ces artères s'anastomosent avec les artères pancréaticoduodénales supérieures antérieure et postérieure (voir fig. 4.125 et fig. 4.126). Ce réseau artériel assure la vascularisation de la tête du pancréas et du processus unciné ainsi que du duodénum.

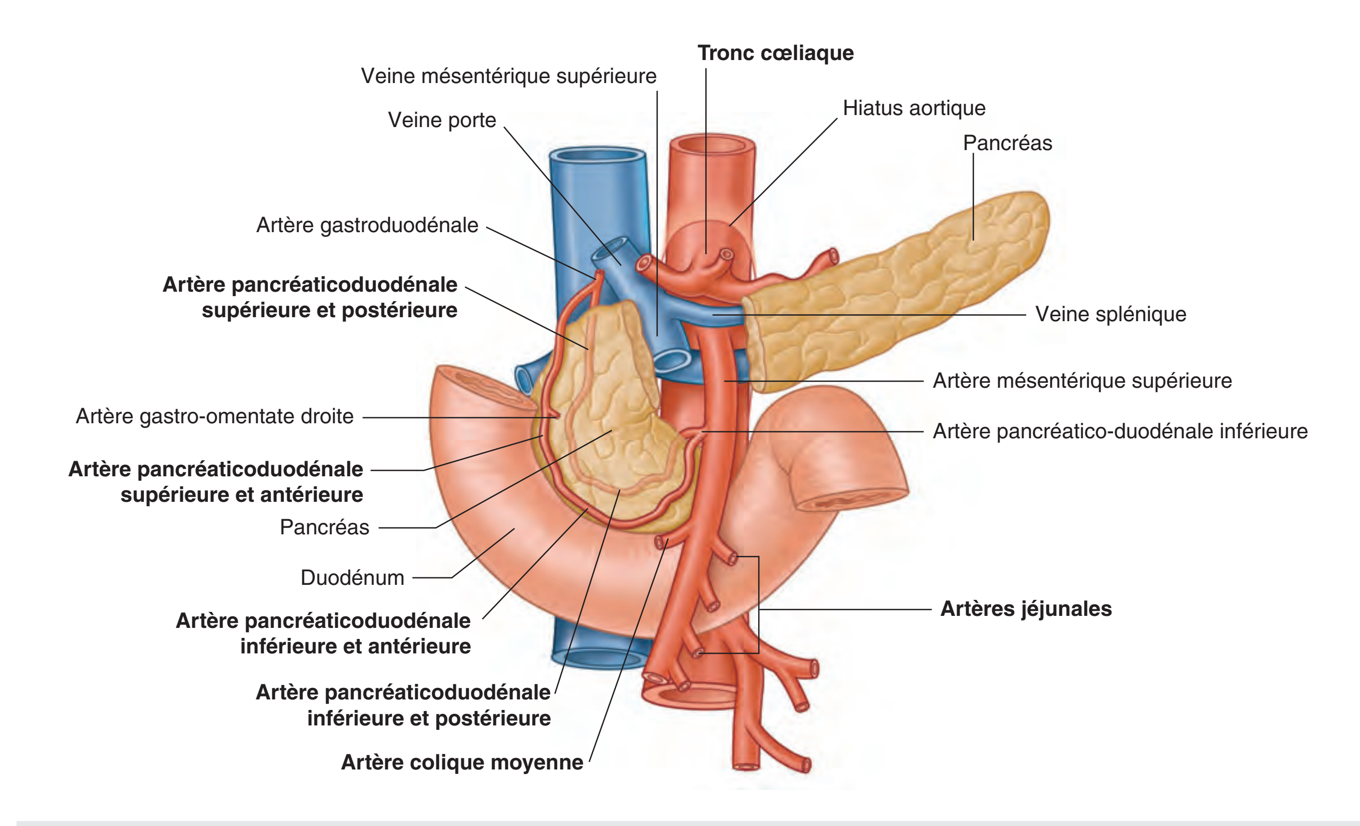


Figure 4.126 Branches proximales de l'artère mésentérique supérieure.

Artères jéjunales et iléales

En dessous de l'artère pancréaticoduodénale inférieure, l'artère mésentérique supérieure donne de nombreuses branches. Sur sa gauche, elle donne naissance à un grand nombre d'artères jéjunales et iléales, assurant la vascularisation du jéjunum et de la plupart de l'iléum (fig. 4.127). Ces branches quittent le tronc de l'artère mésentérique supérieure, cheminent entre les deux feuillets du mésentère et forment des arches ou arcades anastomotiques avant de vasculariser l'intestin grêle. Le nombre de ces arcades artérielles augmente de façon croissante le long du tube digestif.

Il y a des arcades simples puis doubles dans la région jéjunale, avec une augmentation continue du nombre

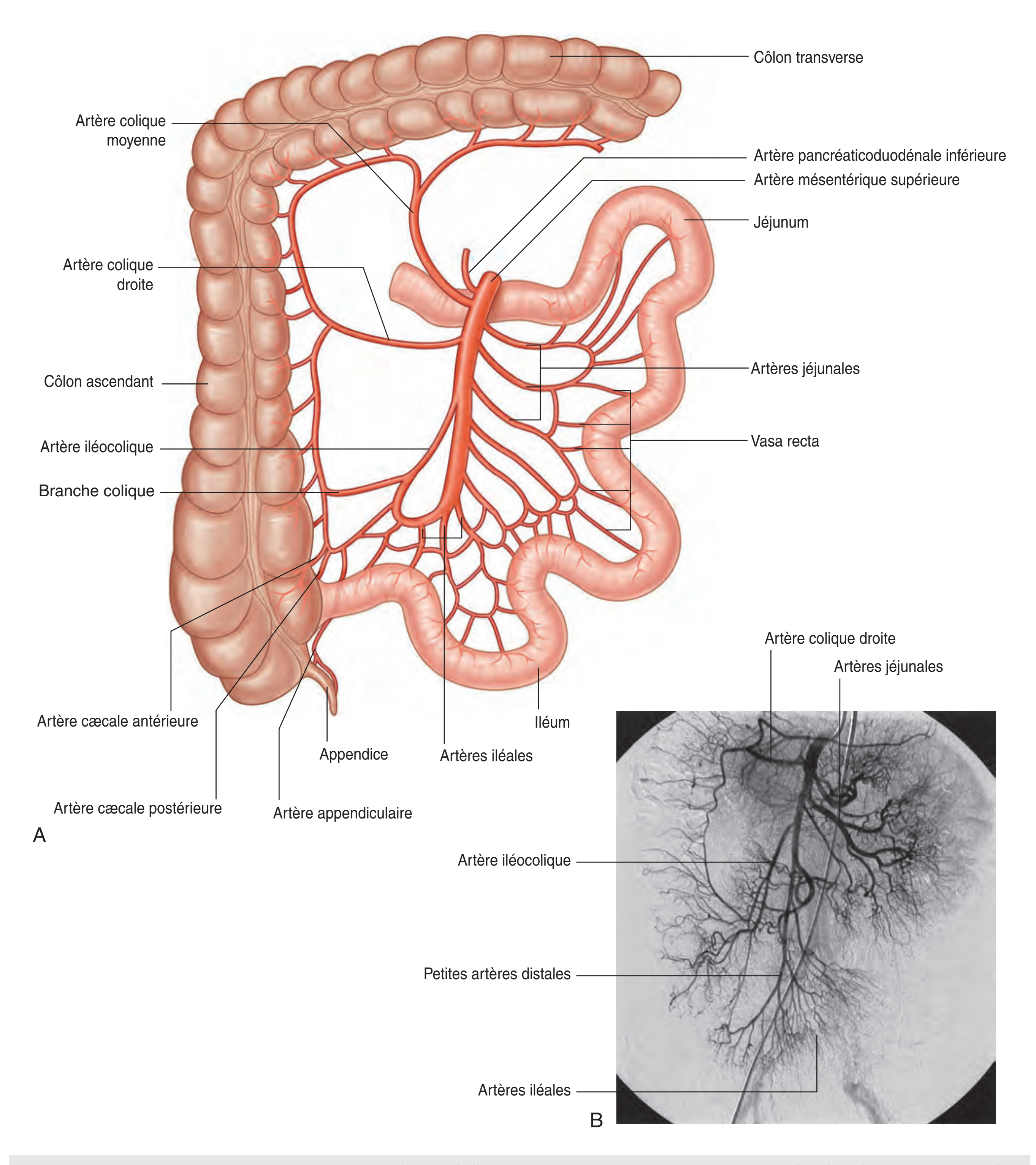


Figure 4.127 Artère mésentérique supérieure. **A.** Distribution de l'artère mésentérique supérieure. **B.** Angiographie digitale en soustraction de l'artère mésentérique supérieure et de ses branches.



d'arcades au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'iléum. Les **vasa recta** (artérioles droites) naissent des arcades terminales, et assurent la vascularisation terminale directe des parois de l'intestin grêle. Les vasa recta vascularisant le jéjunum sont en général longs et proches les uns des autres, formant un maillage fin visible sur le mésentère. Les vasa recta vascularisant l'iléum sont généralement courts et plus éloignés, formant un maillage plus lâche.

Artère colique moyenne

L'artère colique moyenne est la première des trois branches issues du côté droit du tronc de l'artère mésentérique supérieure (fig. 4.127). Elle naît de l'artère mésentérique supérieure après que celle-ci a émergé à la face inférieure du pancréas, puis elle pénètre dans le mésocôlon transverse et se divise en branches droite et gauche. La branche droite s'anastomose avec l'artère colique droite alors que la branche gauche s'anastomose avec l'artère colique gauche, qui est une branche de l'artère mésentérique inférieure.

Artère colique droite

En suivant distalement le tronc de l'artère mésentérique supérieure, l'artère colique droite est la deuxième des trois branches issues du bord droit de l'artère mésentérique supérieure (fig. 4.126). Cette artère est inconstante ; lorsqu'elle est présente, elle se dirige vers la droite, en position rétropéritonéale, et vascularise le côlon ascendant. Près du côlon, elle se divise en une branche descendante, qui s'anastomose avec l'artère iléocolique, et une branche ascendante, qui s'anastomose avec l'artère colique moyenne.

Artère iléocolique

La dernière branche à naître du flanc droit de l'artère mésentérique supérieure est l'artère iléocolique (fig. 4.127). Elle se dirige en bas et à droite vers la fosse iliaque droite, où elle se divise en branches supérieure et inférieure :

- la branche supérieure se dirige vers le haut, le long du côlon ascendant, pour s'anastomoser avec l'artère colique droite ;
- la branche inférieure se dirige vers la jonction iléocolique et se divise en **artères colique**, **cæcale**, **appendiculaire** et **iléale** (fig. 4.127).

Le modèle spécifique de distribution et de naissance de ces branches est variable :

- la branche colique croise le côlon ascendant et se dirige vers le haut pour vasculariser la première partie du côlon ascendant ;
- les branches cæcales antérieure et postérieure, naissant soit d'un tronc commun, soit séparément, vascularisent les faces correspondantes du cæcum ;
- la branche appendiculaire pénètre par le bord libre du mésoappendice et en assure sa vascularisation ainsi que celle de l'appendice ;
- la branche iléale se dirige vers la gauche pour vasculariser la partie terminale de l'iléum avant de s'anastomoser avec l'artère mésentérique supérieure.

Artère mésentérique inférieure

L'artère mésentérique inférieure est la branche antérieure de l'aorte abdominale qui assure la vascularisation de l'intestin postérieur. C'est la plus petite des trois branches antérieures de l'aorte abdominale. Elle naît de celle-ci en avant de la vertèbre LIII. À son origine, l'artère mésentérique inférieure descend en avant de l'aorte puis se dirige en bas et à gauche (fig. 4.128). Elle donne plusieurs branches : l'**artère colique gauche**, plusieurs **artères sigmoïdiennes** et l'**artère rectale supérieure**.

Artère colique gauche

L'artère colique gauche est la première branche de l'artère mésentérique inférieure (fig. 4.128). Elle descend en position rétropéritonéale, et se divise en branches ascendante et descendante :

- la branche ascendante passe en avant du rein gauche, puis pénètre dans le mésocôlon transverse et se dirige vers le haut pour vasculariser la partie supérieure du côlon descendant et la partie distale du côlon transverse ; elle s'anastomose enfin avec des branches de l'artère colique moyenne ;
- la branche descendante se dirige vers le bas pour assurer la vascularisation de la partie inférieure du côlon descendant, et s'anastomose avec la première artère sigmoïdienne.

Artères sigmoïdiennes

Les artères sigmoïdiennes sont au nombre de deux à quatre. Elles cheminent vers la gauche et le bas, dans le mésocôlon sigmoïde pour vasculariser la partie inférieure du côlon descendant et le côlon sigmoïde (fig. 4.128). Ces branches s'anastomosent en haut avec des branches de l'artère colique gauche, et en bas avec des branches de l'artère rectale supérieure.

Artère rectale supérieure

La branche terminale de l'artère mésentérique inférieure est l'artère rectale supérieure (fig. 4.128). Cette artère descend vers la cavité pelvienne, dans le mésocôlon sigmoïde, où elle croise les vaisseaux iliaques communs gauches. En regard de la vertèbre SIII, l'artère rectale supérieure se divise. Les deux branches terminales descendent de chaque côté du rectum et se divisent en petites branches dans la paroi du rectum. Ces petites branches se poursuivent vers le bas jusqu'au niveau du sphincter anal interne, et s'anastomosent en chemin avec les artères rectales moyennes (issues de l'artère iliaque interne) et les artères rectales inférieures (issues de l'artère pudendale interne).

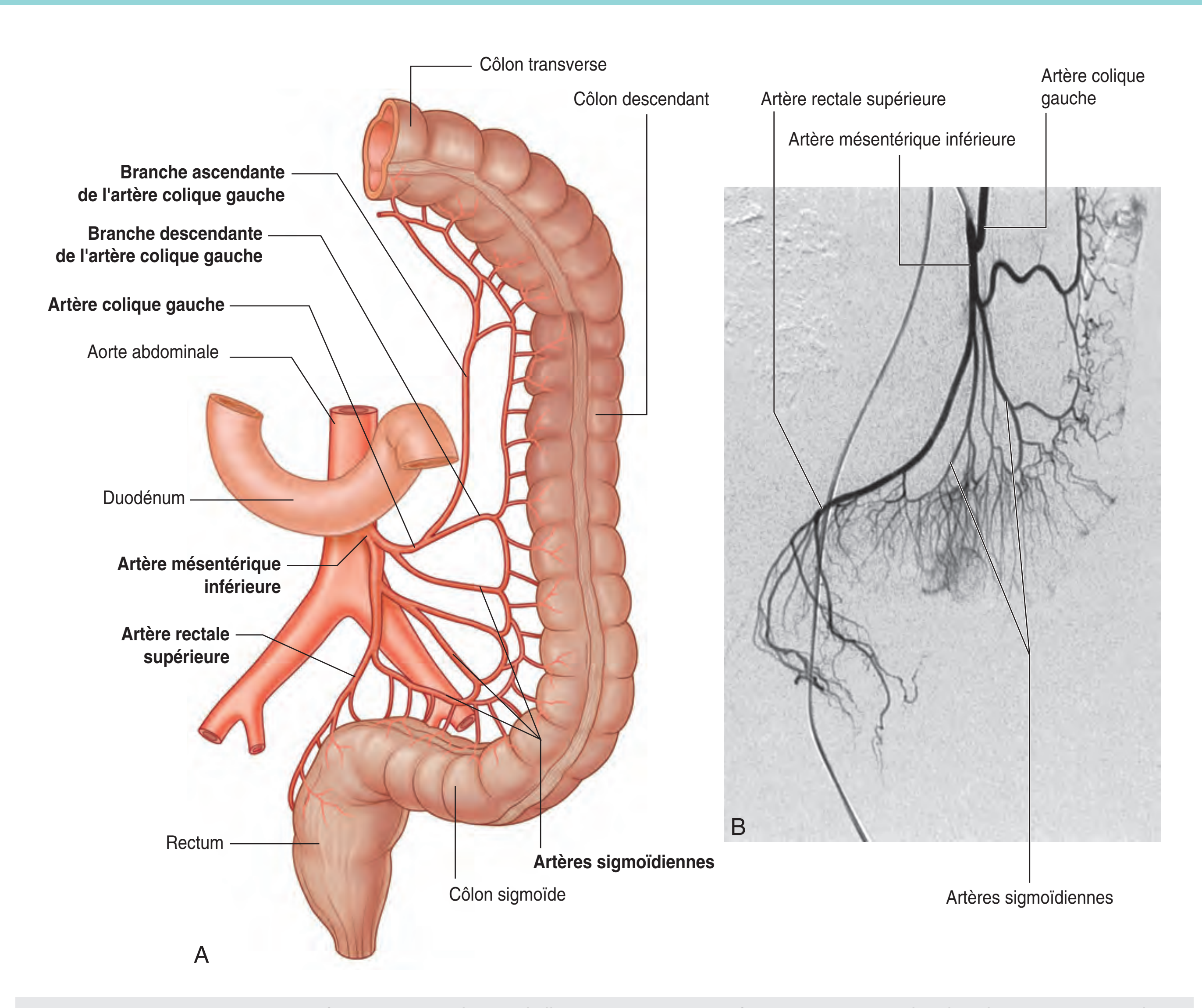


Figure 4.128 Artère mésentérique inférieure. **A.** Distribution de l'artère mésentérique inférieure. **B.** Angiographie digitale en soustraction de l'artère mésentérique inférieure et de ses branches.

En clinique

Vascularisation du tractus gastro-intestinal

Les parties digestives du tractus gastro-intestinal sont vascularisées principalement par le tronc cœliaque, l'artère mésentérique supérieure et l'artère mésentérique inférieure (fig. 4.129) :

- le tronc cœliaque assure la vascularisation de l'œsophage abdominal, de l'estomac, de la partie supérieure du duodénum, et de la moitié proximale de la partie descendante du duodénum ;
- l'artère mésentérique supérieure vascularise le reste du duodénum, le jéjunum, l'iléum, le côlon ascendant et les deux tiers proximaux du côlon transverse ;
- l'artère mésentérique inférieure assure la vascularisation du reste du côlon transverse, le côlon descendant, le côlon sigmoïde et une grande partie du rectum.

Au niveau de la partie descendante du duodénum, il y a une zone potentielle de ligne de partage entre le réseau vasculaire du tronc cœliaque et le réseau vasculaire de l'artère mésentérique supérieure. Il est rare que cette zone subisse des phénomènes d'ischémie, alors que la zone de ligne de partage entre l'artère mésentérique supérieure et l'artère mésentérique inférieure, au niveau de l'angle colique gauche (angle splénique), est extrêmement vulnérable à l'ischémie.

Dans certaines pathologies, la région de l'angle gauche du côlon peut devenir ischémique. Lorsque cela se produit, la muqueuse colique se nécrose, ce qui rend le patient vulnérable à l'infection et à la perforation du gros intestin, et requiert un traitement chirurgical urgent.

(*Suite*)



En clinique—Suite

Figure 4.129 Vascularisation artérielle des parties abdominales du tractus gastro-intestinal et de la rate.

En clinique—Suite

L'athérosclérose peut se développer sur la totalité de l'aorte abdominale et sur les artères cœliaque, mésentérique supérieure et mésentérique inférieure. Il n'est pas rare que l'artère mésentérique inférieure soit occluse. Cependant, beaucoup de patients présentant une occlusion de l'artère mésentérique inférieure ne souffrent pas de complication, car des anastomoses entre les artères coliques droite, moyenne et gauche se développent progressivement, formant une **artère marginale** continue. Le gros intestin distal devient alors vascularisé par cette artère marginale qui supplée la vascularisation de l'artère mésentérique inférieure (fig. 4.130).

Si le diamètre des artères cœliaque et mésentérique supérieure est rétréci, le flux artériel pour le tube digestif est réduit. Après un repas copieux, la demande en oxygène du tube digestif surpasse alors le débit artériel fourni par les vaisseaux sténosés, ce qui entraîne des douleurs importantes et une sensation de malaise (**angor mésentérique**). Dans ces conditions, les patients ont tendance à ne pas s'alimenter en raison des douleurs et perdent rapidement du poids. Le diagnostic est confirmé par une angiographie aortique. Les sténoses des artères cœliaque et mésentérique supérieure sont mieux appréciées sur les clichés de profil.

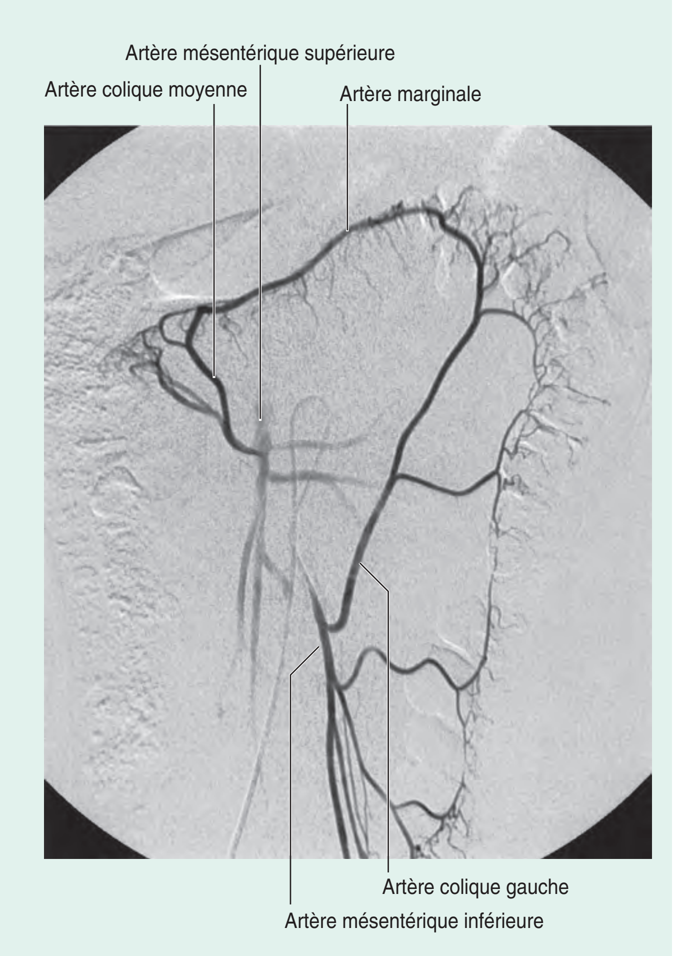


Figure 4.130 Artère marginale dilatée, reliant les artères mésentériques supérieure et inférieure. Angiographie digitale en soustraction.

Drainage veineux

Le drainage veineux de la rate, du pancréas, de la vésicule biliaire et du tractus gastro-intestinal abdominal, excepté le rectum inférieur, est assuré par le système veineux porte, qui amène le sang de ces structures vers le foie. Le sang passe alors dans les sinusoïdes hépatiques, puis il est transporté par des veines progressivement plus grosses jusqu'aux veines hépatiques, qui ramènent le sang veineux vers la veine cave inférieure juste sous le diaphragme.

Veine porte

La **veine porte** est la voie finale commune de transport du sang veineux de la rate, du pancréas, de la vésicule biliaire et du tractus gastro-intestinal abdominal. Elle est constituée par la réunion de la **veine splénique** et de la **veine mésentérique supérieure**, en arrière du col du pancréas au niveau de la vertèbre LII (fig. 4.131).

La veine porte se dirige en haut vers le foie, passe en arrière de la partie supérieure du duodénum et pénètre le bord droit du petit omentum. À ce niveau, elle est située en avant du foramen omental et en arrière du conduit cholédoque et de l'artère hépatique propre, le conduit cholédoque étant légèrement sur sa droite et l'artère hépatique propre légèrement sur sa gauche (voir fig. 4.125).

Près du foie, la veine porte se divise en **branches droite** et **gauche**, qui pénètrent dans le parenchyme hépatique. Auparavant, la veine porte reçoit :

- les **veines gastriques droite** et **gauche**, qui drainent la petite courbure de l'estomac et l'œsophage abdominal ;
- les **veines cystiques**, provenant de la vésicule biliaire ;
- les **veines paraombilicales**, qui sont associées à la veine ombilicale oblitérée, et en relation avec les veines de la paroi abdominale antérieure (voir fig. 4.133).

Figure 4.131 Veine porte.

Veine splénique

La veine splénique est constituée de nombreuses petites veines sortant du hile de la rate (fig. 4.132). Elle se dirige vers la droite, au sein du ligament splénorénal, avec l'artère splénique et la queue du pancréas. Poursuivant son trajet vers la droite, la veine splénique devient volumineuse et rectiligne ; elle est alors en rapport avec le corps du pancréas. En arrière du col du pancréas, la veine splénique s'unit à la veine mésentérique supérieure pour former la veine porte.

Lors de son trajet, elle reçoit :

- les **veines gastriques courtes**, qui proviennent du fundus et de la partie gauche de la grande courbure de l'estomac ;
- la **veine gastro-omentale gauche**, drainant la grande courbure de l'estomac ;
- les **veines pancréatiques**, drainant le corps et la queue du pancréas ;
- habituellement, la **veine mésentérique inférieure**.

Veine mésentérique supérieure

La veine mésentérique supérieure draine le sang de l'intestin grêle, du cæcum, du côlon ascendant et du côlon transverse (fig. 4.132). Elle naît dans la fosse iliaque droite des veines drainant l'iléum terminal, le cæcum et l'appendice, puis se dirige en haut dans le mésentère, à droite de l'artère mésentérique supérieure.

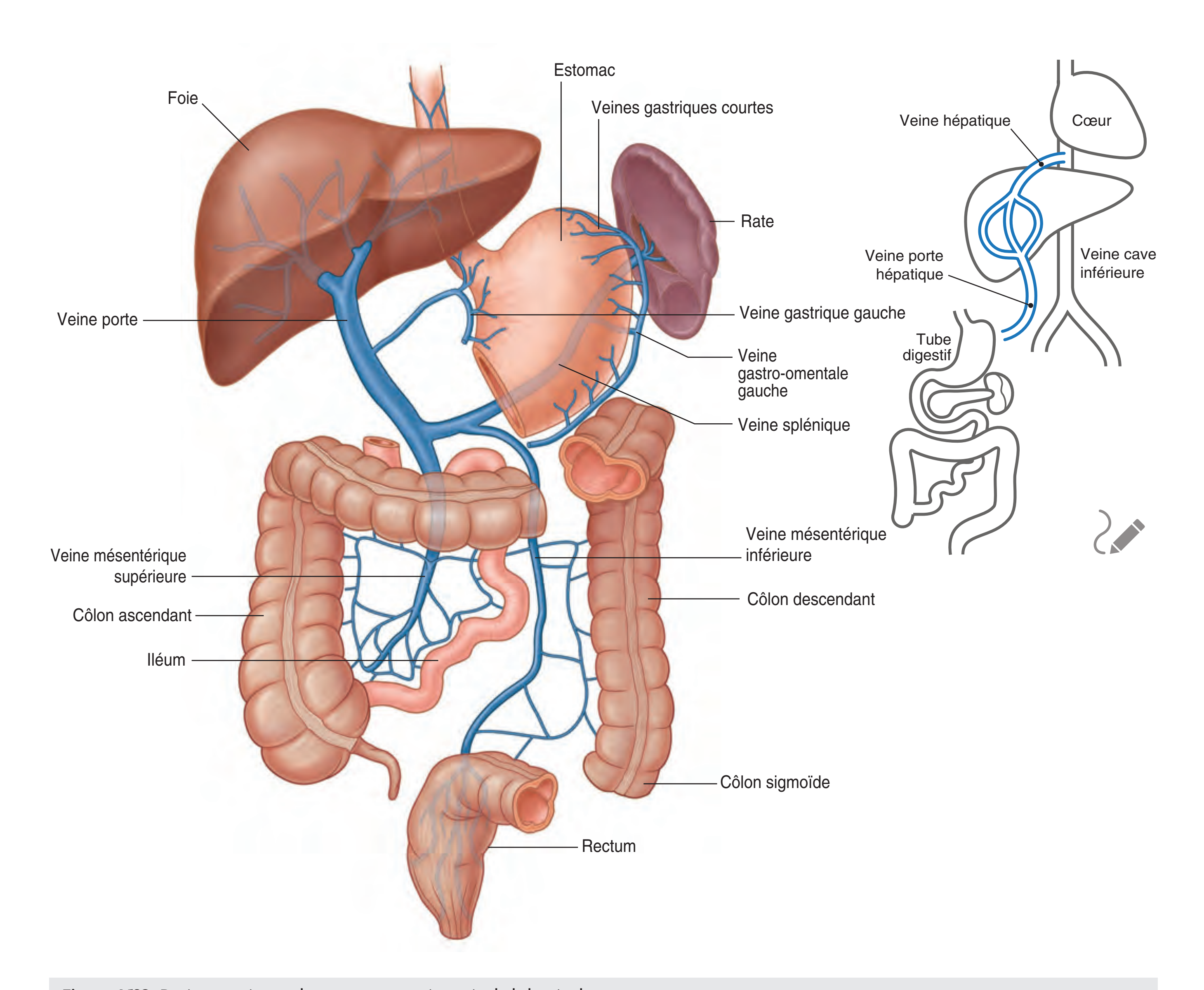


Figure 4.132 Drainage veineux du tractus gastro-intestinal abdominal.



En arrière du col du pancréas, la veine mésentérique supérieure s'unit à la veine splénique pour former la veine porte.

Du fait qu'une veine correspondante accompagne chaque branche de l'artère mésentérique supérieure, la veine mésentérique supérieure reçoit les veines jéjunales, iléales, iléocoliques, coliques droite et moyenne. Elle reçoit également :

- la **veine gastro-omentale droite**, drainant la partie droite de la grande courbure de l'estomac ;
- les **veines pancréaticoduodénales inférieures antérieure** et **postérieure**, qui cheminent avec les artères du même nom. La veine pancréaticoduodénale supérieure et antérieure se draine habituellement dans la veine gastro-omentale droite ; la veine pancréaticoduodénale supérieure et postérieure se draine habituellement directement dans la veine porte.

Veine mésentérique inférieure

La **veine mésentérique inférieure** draine le sang du rectum, du côlon sigmoïde, du côlon descendant et de l'angle colique splénique (gauche) (fig. 4.132). Elle naît de la **veine rectale supérieure** puis se dirige en haut, où elle reçoit les **veines sigmoïdiennes** et la **veine colique gauche**. Toutes ces veines accompagnent les artères du même nom. La veine mésentérique inférieure continue son trajet vers le haut en passant en arrière du corps du pancréas ; elle se termine habituellement en s'unissant à la veine splénique. Parfois, elle se termine à la jonction des veines splénique et mésentérique supérieure ou dans la veine mésentérique supérieure.

En clinique

Cirrhose hépatique

La cirrhose est une pathologie complexe du foie, dont le diagnostic est confirmé par un examen histologique. Lorsque le diagnostic est suspecté, une biopsie hépatique doit être réalisée.

La cirrhose est caractérisée par une fibrose hépatique diffuse associée à des nodules de régénération avec une perte de l'architecture normale lobulaire du foie. L'existence d'une cirrhose implique une destruction antérieure ou toujours actuelle de cellules hépatiques.

Les étiologies de la cirrhose sont nombreuses ; les plus fréquentes sont toxiques (alcoolique), virales, biliaires (dues à un obstacle biliaire), consécutives à une thrombose des veines hépatiques, nutritionnelles (malnutrition) ou congénitales, dues à des pathologies anatomiques ou métaboliques.

Lorsque la cirrhose évolue, elle entraîne des modifications au sein du réseau vasculaire intrahépatique, ce qui provoque une augmentation de pression dans la veine porte et ses veines constitutives (hypertension portale). L'hypertension portale entraîne une augmentation de pression dans les veinules spléniques, ce qui se traduit par une splénomégalie (augmentation de volume de la rate). Au niveau des sites d'anastomoses porto-cave (voir ci-après), de larges veines dilatées (varices) se développent. Ces veines sont susceptibles de se mettre à saigner et peuvent provoquer une perte sanguine importante, qui peut être fatale dans certaines circonstances.

Le foie est le site de production de nombreuses protéines, notamment de protéines appartenant à la cascade de la coagulation. Toute pathologie hépatique (dont l'infection et la cirrhose) peut entraîner une diminution de la production de ces protéines et donc perturber la coagulation physiologique. Les patients ayant une cirrhose hépatique sévère présentent un risque élevé de saignement important, même pour de petites coupures ; et, lors d'une rupture de varices, il existe un danger réel d'hémorragie massive.

Tandis que le foie est progressivement détruit, les patients développent une rétention hydrosodée, entraînant l'apparition d'un œdème cutané et sous-cutané. Ce liquide (ascite) est également retrouvé dans la cavité péritonéale, qui peut en contenir jusqu'à plusieurs litres.

Les cellules hépatiques (hépatocytes) fonctionnant encore deviennent alors incapables de métaboliser les constituants sanguins, ce qui provoque une augmentation du taux sérique de bilirubine qui se manifeste par la présence d'un ictère.

Avec la destruction des voies métaboliques normales du foie, des dérivés métaboliques toxiques ne sont plus transformés en métabolites non toxiques. L'effet de ces composants nocifs est aggravé par les nombreux shunts porto-cave, qui permettent aux métaboliques toxiques d'éviter le foie. Les patients peuvent présenter des troubles neurologiques sévères, qui constituent l'encéphalopathie hépatique, qui peut se manifester par une confusion aiguë, des crises d'épilepsie, ou un état psychotique.

L'encéphalopathie hépatique est une des indications urgentes de transplantation hépatique ; en l'absence de correction de ces troubles, elle peut conduire à des lésions neurologiques irréversibles et au décès.

Anastomoses porto-cave

Le système porte hépatique draine le sang des viscères abdominaux vers le foie. Chez les individus normaux, 100 % du sang veineux portal sont récupérés par les veines hépatiques, alors que chez les patients présentant une augmentation de la pression veineuse portale (comme dans la cirrhose), il y a significativement moins de sang passant par le foie. Le reste du sang est acheminé par des voies

En clinique—Suite

collatérales, qui se drainent dans la circulation systémique à certains endroits (fig. 4.133). Les collatérales les plus importantes sont situées au niveau de :

- la jonction gastro-œsophagienne, autour du cardia de l'estomac – où la veine gastrique gauche et ses composants forment une anastomose porto-cave avec le système des veines azygos du système cave ;
- l'anus – où la veine rectale supérieure du système porte s'anastomose avec les veines rectales moyenne et inférieure du système veineux cave ;
- la paroi abdominale antérieure autour de l'ombilic – où les veines paraombilicales s'anastomosent avec les veines de la paroi antérieure de l'abdomen.

Quand la pression dans la veine porte augmente, cela entraîne une dilatation veineuse (varices) au niveau et autour des sites d'anastomose porto-cave ; ces veines dilatées sont appelées :

- **varices** au niveau de la jonction anorectale ;
- **varices œsophagiennes** au niveau de la jonction gastro-œsophagienne ;
- **têtes de Méduse** autour de l'ombilic.

Les varices œsophagiennes sont susceptibles de se rompre, et lorsque cela se produit, peuvent saigner de façon très abondante, nécessitant un traitement chirurgical en urgence.

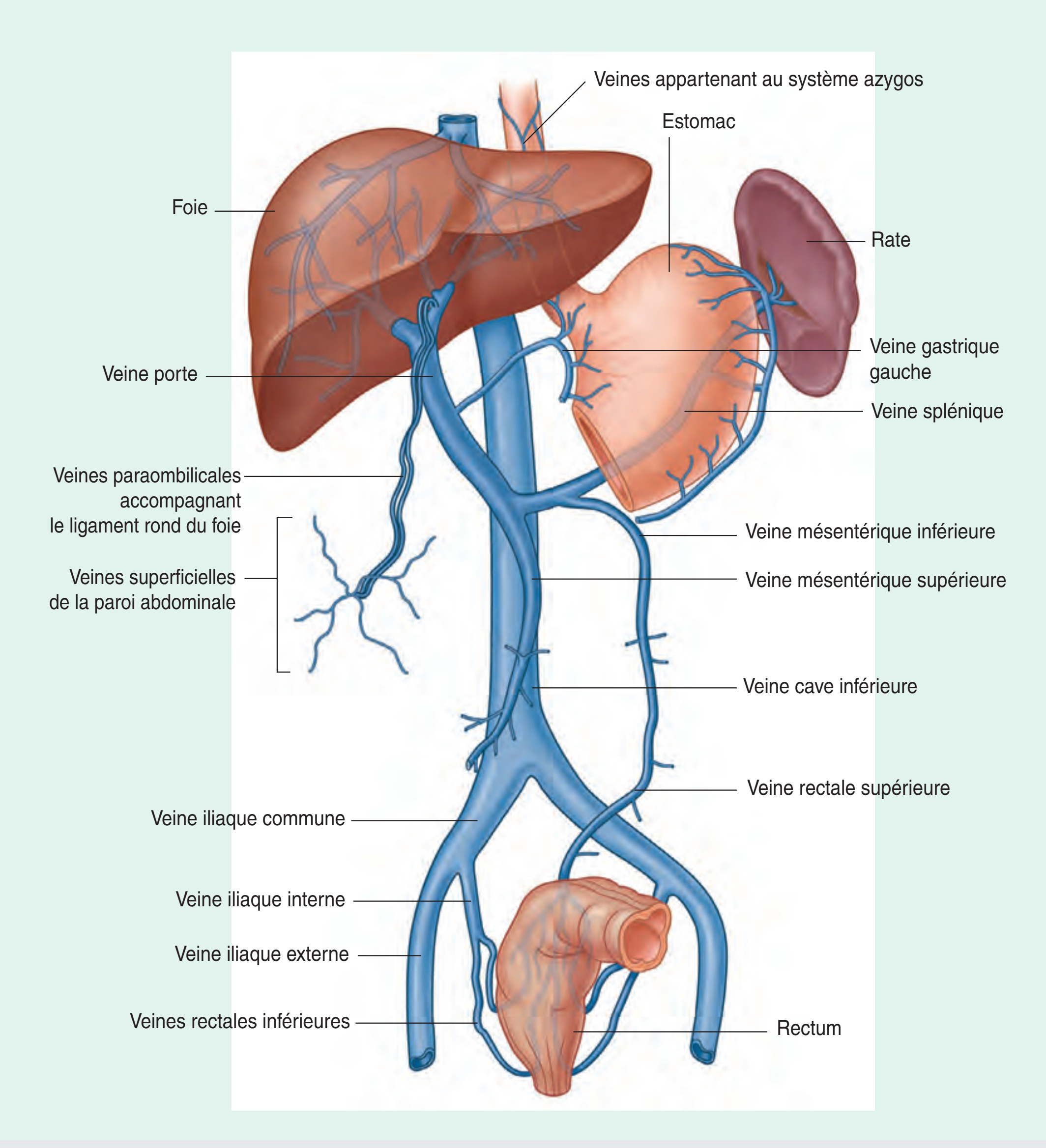


Figure 4.133 Anastomoses porto-cave.



Lymphatiques

Le drainage lymphatique du tractus gastro-intestinal abdominal, allant jusqu'à la partie inférieure du rectum et comprenant la rate, le pancréas, la vésicule biliaire et le foie, est assuré par des vaisseaux et des nœuds lymphatiques qui se jettent par la suite dans des groupes de **nœuds lymphatiques préaortiques** situés à l'origine des trois branches antérieures de l'aorte abdominale. Ces différents groupes sont nommés groupes de nœuds lymphatiques préaortiques **cœliaque, mésentérique supérieur** et **mésentérique inférieur**.

La lymphe viscérale se répartit autour de trois structures :

- du tronc cœliaque (pour les structures dérivées de l'intestin antérieur) ; elle se draine dans les nœuds préaortiques près de l'origine du tronc cœliaque (fig. 4.134) – ces nœuds cœliaques reçoivent également la lymphe des nœuds préaortiques mésentériques supérieurs et inférieurs, et se drainent dans la **citerne du chyle** ;
- de l'artère mésentérique supérieure (pour les structures dérivées de l'intestin moyen) ; elle se draine dans les nœuds préaortiques près de l'origine de l'artère mésentérique supérieure (fig. 4.134) – ces nœuds mésentériques supérieurs reçoivent également la lymphe des nœuds préaortiques mésentériques inférieurs, et se drainent dans les nœuds lymphatiques cœliaques ;
- de l'artère mésentérique inférieure (pour les structures dérivées de l'intestin postérieur) ; elle se draine dans les nœuds lymphatiques préaortiques près de l'origine de l'artère mésentérique inférieure (fig. 4.134), et la lymphe des nœuds mésentériques inférieurs se drainent dans les nœuds mésentériques supérieurs.

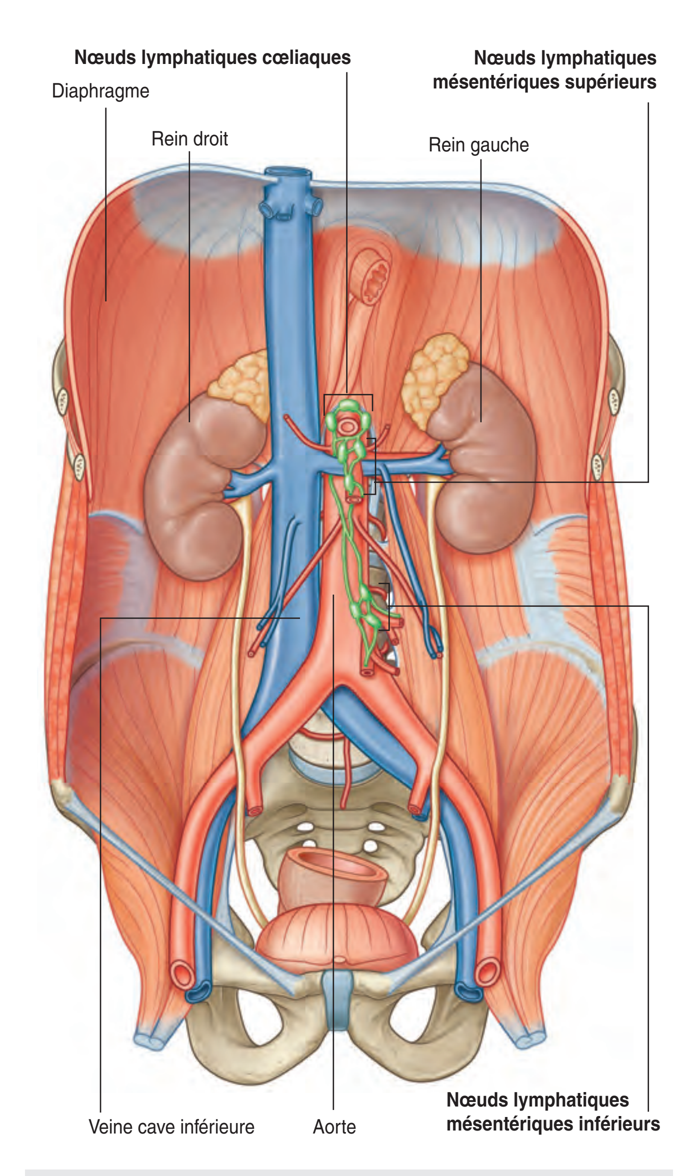


Figure 4.134 Drainage lymphatique du tractus gastro-intestinal abdominal.

Innervation

Les viscères abdominaux sont innervés à la fois par le système nerveux extrinsèque et par le système nerveux intrinsèque :

- l'innervation extrinsèque comprend les influx moteurs venant du système nerveux central, et les informations sensitives qui lui sont transmises ;
- l'innervation intrinsèque comprend la régulation des activités du tractus digestif par un système autonome de neurones moteurs et sensitifs (le **système nerveux entérique**).

Les viscères abdominaux recevant une innervation extrinsèque comprennent le tractus gastro-intestinal abdominal, la rate, le pancréas, la vésicule biliaire et le foie. Ces viscères envoient des informations sensitives au système nerveux central par des fibres viscérales afférentes et reçoivent des influx moteurs du système nerveux central par des fibres viscérales efférentes.

Les fibres viscérales efférentes appartiennent aux systèmes sympathique et parasympathique de la partie autonome du système nerveux périphérique.

Les structures supportant les fibres afférentes et efférentes comprennent respectivement les racines postérieures et antérieures de la moelle spinale, les nerfs spinaux, les rameaux antérieurs, les rameaux communicants blancs et gris, les troncs sympathiques, les nerfs splanchniques portant les fibres sympathiques (thoraciques, lombales et sacrales), les fibres parasympathiques (pelviennes), le plexus prévertébral et ses ganglions, et les nerfs vagues (X).

Le système nerveux entérique se compose de neurones moteurs et sensitifs au sein de deux plexus interconnectés dans la paroi du tractus gastro-intestinal. Ces neurones contrôlent la coordination entre la contraction et la relaxation des fibres musculaires lisses intestinales ; ils régulent la sécrétion gastrique et le débit sanguin.

Troncs sympathiques

Les troncs sympathiques sont deux cordons nerveux parallèles situés de chaque côté de la colonne vertébrale, de la base du crâne au coccyx (fig. 4.135). Au niveau cervical, ils sont situés en arrière de la gaine de la carotide. Au niveau de la partie supérieure du thorax, ils sont en avant du col des côtes, alors qu'au niveau de la partie inférieure du thorax, ils sont sur les faces latérales des corps vertébraux. Dans l'abdomen, ils sont situés sur les côtés antérolatéraux des corps des vertèbres lombales, et au niveau du pelvis, en avant du sacrum. Les deux troncs sympathiques se rejoignent en avant du coccyx pour former le **ganglion impair**.

Le long des troncs sympathiques, de petites zones en relief sont visibles. Ces ensembles de corps neuronaux, situés en dehors du système nerveux central, sont les ganglions sympathiques paravertébraux. Habituellement, on décrit :

- trois ganglions dans la région cervicale ;
- onze ou douze ganglions dans la région thoracique ;
- quatre ganglions dans la région lombale ;
- quatre ou cinq ganglions dans la région sacrale ;
- le ganglion impair, en avant du coccyx (fig. 4.135).

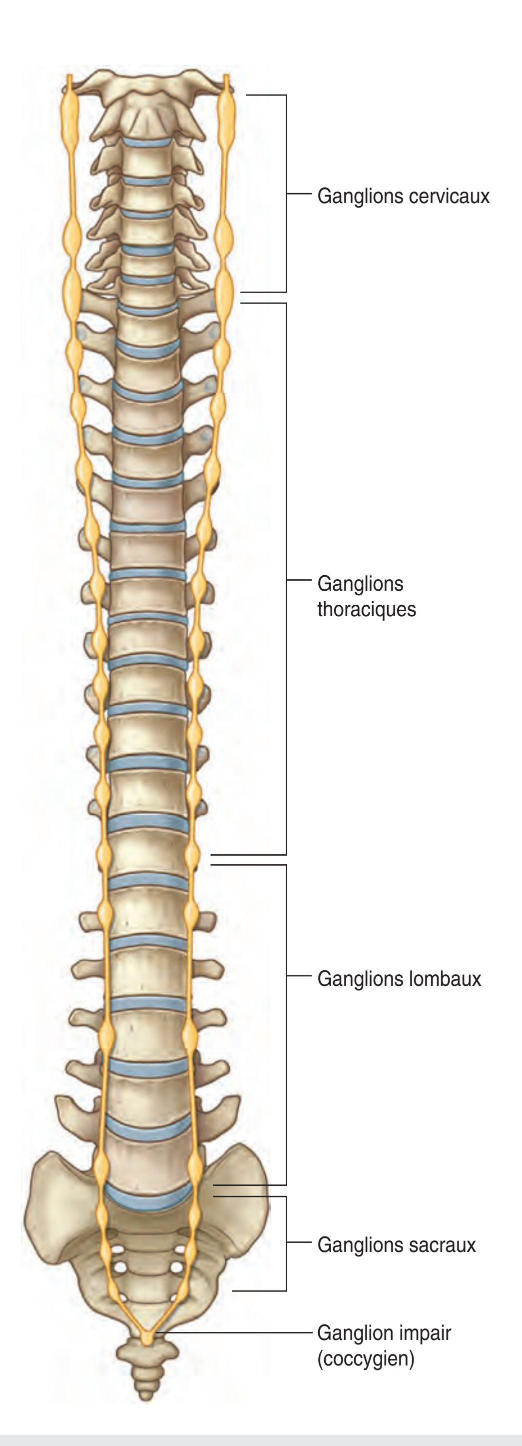


Figure 4.135 Troncs sympathiques.

Les ganglions et les troncs sympathiques sont reliés aux nerfs spinaux adjacents par des rameaux communicants gris tout le long des troncs sympathiques, et par des rameaux communicants blancs au niveau des régions thoracique et lombale supérieure (T1 à L2). Les fibres nerveuses des troncs sympathiques comprennent les **fibres sympathiques préganglionnaires** et **postganglionnaires** et les **fibres viscérales afférentes**.

Nerfs splanchniques

Les nerfs splanchniques sont des composants importants de l'innervation des viscères abdominaux. Ils partent des troncs sympathiques ou des ganglions sympathiques associés aux troncs, et vont aux plexus prévertébraux et aux ganglions situés en avant de l'aorte abdominale.

Il existe deux différents types de nerfs splanchniques, en fonction du type de fibres viscérales efférentes qu'ils contiennent :

- les nerfs splanchniques thoraciques, lombaux et sacraux véhiculent des fibres sympathiques préganglionnaires du tronc sympathique aux ganglions du plexus prévertébral, et aussi des fibres viscérales afférentes ;
- les nerfs splanchniques pelviens véhiculent des fibres parasympathiques préganglionnaires des nerfs spinaux S2 à S4 à une extension du plexus prévertébral dans le pelvis (le **plexus hypogastrique inférieur** ou **plexus pelvien**).

Nerfs splanchniques thoraciques

Trois **nerfs splanchniques thoraciques** relient les ganglions sympathiques du tronc sympathique du thorax au plexus prévertébral et aux ganglions associés à l'aorte abdominale (fig. 4.136) :

- le **nerf grand splanchnique** naît des 5[e] au 9[e] (ou 10[e]) ganglions thoraciques et chemine jusqu'au ganglion



Nerfs splanchniques thoraciques

Ganglions cervicaux

Nerf grand splanchnique

Nerf petit splanchnique

Nerf splanchnique imus (inférieur)

Ganglions thoraciques

Plexus prévertébral

Nerfs splanchniques lombaux

Ganglions lombaux

Plexus hypogastrique inférieur

Ganglions sacraux

Ganglion impair

Nerfs splanchniques sacraux

Nerfs splanchniques pelviens

Figure 4.136 Nerfs splanchniques.

cœliaque (un ganglion prévertébral associé au tronc cœliaque) ;

- le **nerf petit splanchnique** naît des 9e et 10e (ou 10e et 11e) ganglions thoraciques et chemine jusqu'au ganglion aorticorénal ;
- le **nerf splanchnique imus (inférieur)**, lorsqu'il est présent, naît du 12e ganglion thoracique et chemine jusqu'au plexus rénal.

Nerfs splanchniques lombaux et sacraux

Il existe habituellement deux à quatre **nerfs splanchniques lombaux**, qui émergent de la partie lombale du tronc sympathique ou des ganglions associés et pénètrent dans le plexus prévertébral (fig. 4.136).

De la même manière, les **nerfs splanchniques sacraux** émergent de la partie sacrale du tronc sympathique ou des ganglions associés, et pénètrent dans le plexus hypogastrique inférieur, qui est une extension du plexus prévertébral au niveau du pelvis.

Nerfs splanchniques pelviens

Les **nerfs splanchniques pelviens** (**racine parasympathique**) sont uniques. Ce sont les seuls nerfs splanchniques à transporter des fibres parasympathiques. En d'autres termes, ils ne sont pas originaires du tronc sympathique. Au contraire, ils proviennent directement des rameaux antérieurs de S2 à S4. Les fibres parasympathiques préganglionnaires nées de la moelle spinale sacrale passent des nerfs spinaux S2 à S4 au plexus hypogastrique inférieur (fig. 4.136). Au sein du plexus, quelques-unes de ces fibres ont un trajet ascendant, pénètrent dans le plexus abdominal prévertébral, et se distribuent avec les artères vascularisant l'intestin postérieur. Les fibres parasympathiques préganglionnaires assurent l'innervation du tiers distal du côlon transverse, du côlon descendant et du côlon sigmoïde.

Plexus et ganglions prévertébraux abdominaux

Le plexus prévertébral abdominal est un ensemble de fibres nerveuses qui entoure l'aorte abdominale et se poursuit sur ses principales branches. Les corps cellulaires des fibres sympathiques postganglionnaires sont dispersés sur toute la longueur du plexus prévertébral abdominal. Certains de ces corps cellulaires sont organisés en ganglions distincts, alors que d'autres ont une distribution plus aléatoire. Les ganglions sont habituellement associés à des branches spécifiques de l'aorte abdominale et sont nommés d'après ces branches.

Les trois principales subdivisions du plexus prévertébral abdominal et des ganglions qui lui sont associés sont les plexus cœliaque, aortique et hypogastrique supérieur (fig. 4.137) :

- le **plexus cœliaque** est un vaste ensemble de fibres nerveuses et de ganglions, situé à l'origine du tronc cœliaque de l'artère mésentérique supérieure, juste en dessous du hiatus aortique du diaphragme – les ganglions associés au tronc cœliaque comprennent deux ganglions cœliaques, un ganglion mésentérique supérieur et deux ganglions aorticorénaux ;
- le **plexus aortique** est constitué des fibres nerveuses et des ganglions situés sur les faces antérieure et latérales de l'aorte abdominale, entre l'origine de l'artère mésentérique supérieure et la bifurcation des artères iliaques communes – le principal ganglion de ce plexus est le ganglion mésentérique inférieur à l'origine de l'artère mésentérique inférieure ;
- le **plexus hypogastrique supérieur** contient plusieurs petits ganglions ; c'est la dernière partie du plexus prévertébral dans l'abdomen avant que celui-ci ne se prolonge dans la cavité pelvienne.

Chacun de ces grands plexus donne naissance à de nombreux plexus secondaires, qui contiennent également de petits ganglions. Ces plexus sont généralement nommés en fonction des vaisseaux auxquels ils sont associés. Par exemple, le plexus cœliaque donne classiquement naissance au plexus mésentérique supérieur et au plexus rénal, ainsi qu'à d'autres plexus le long des différentes branches du tronc cœliaque. De la même façon, le plexus aortique donne des plexus secondaires qui sont le plexus mésentérique inférieur, le plexus spermatique et le plexus iliaque externe.

Plus bas, le plexus hypogastrique supérieur se divise en **nerfs hypogastriques**, qui se dirigent en bas dans le pelvis et participent à la formation du plexus hypogastrique inférieur ou plexus pelvien (fig. 4.137).

Le plexus prévertébral abdominal reçoit :

- des fibres préganglionnaires parasympathiques et des fibres viscérales afférentes des nerfs vagues ;
- des fibres préganglionnaires sympathiques et des fibres viscérales afférentes des nerfs splanchniques thoraciques et lombaux ;
- des fibres parasympathiques des nerfs splanchniques pelviens.

Innervation parasympathique

L'innervation parasympathique du tractus gastro-intestinal abdominal, et de la rate, du pancréas, de la vésicule biliaire et du foie est assurée par deux sources : les nerfs vagues (X) et les nerfs splanchniques pelviens.

Figure 4.137 Plexus et ganglions prévertébraux abdominaux.

Nerfs vagues

Les **nerfs vagues** (X) pénètrent dans l'abdomen avec l'œsophage lorsque celui-ci traverse le diaphragme (fig. 4.138), et assurent l'innervation parasympathique de l'intestin antérieur et de l'intestin moyen.

Dans l'abdomen, les **troncs vagues antérieur** et **postérieur** donnent des rameaux pour le plexus prévertébral abdominal. Ces rameaux contiennent des fibres parasympathiques préganglionnaires et des fibres viscérales afférentes, qui se distribuent aux différents éléments du plexus prévertébral le long des branches de l'aorte abdominale.

Nerfs splanchniques pelviens

Les **nerfs splanchniques pelviens**, qui contiennent les fibres préganglionnaires parasympathiques des niveaux médullaires S2 à S4, gagnent le plexus hypogastrique inférieur dans le pelvis. Certaines de ces fibres ont un trajet ascendant et rejoignent la zone mésentérique inférieure du plexus prévertébral abdominal (fig. 4.138). À ce niveau, ces fibres se distribuent avec les branches de l'artère mésentérique inférieure et assurent l'innervation parasympathique de l'intestin postérieur.

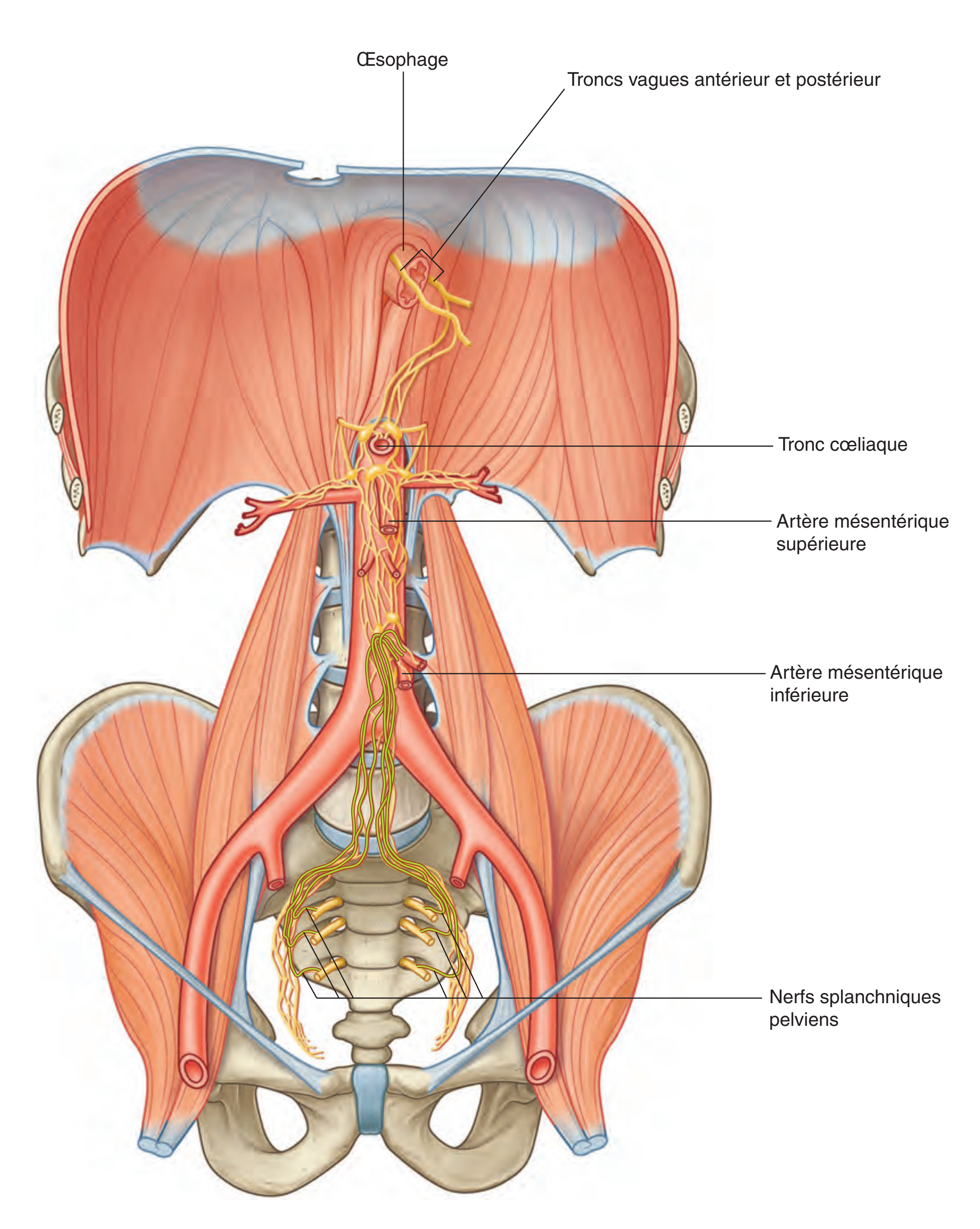


Figure 4.138 Innervation parasympathique du tractus gastro-intestinal abdominal.

Système nerveux entérique

Le système entérique fait partie du système nerveux viscéral. Il s'agit d'un circuit nerveux local au sein de la paroi du tractus gastro-intestinal. Il contient des neurones moteurs et sensitifs organisés en deux plexus interconnectés (**plexus myoentérique** et **sous-muqueux**), situés entre les couches de la paroi gastro-intestinale. Il contient également des fibres nerveuses associées qui relient ces plexus entre eux et les relient aux plexus des tissus adjacents (fig. 4.139).

Le système entérique régule et assure la coordination de nombreuses activités du tractus gastro-intestinal, dont la sécrétion gastrique, le débit sanguin gastro-intestinal, et les cycles de contraction et de relaxation des fibres musculaires lisses (**péristaltisme**).

Bien que le système entérique fonctionne généralement de façon indépendante par rapport au système nerveux central, il reçoit des influx des neurones postganglionnaires sympathiques et des neurones préganglionnaires parasympathiques qui modifient ses activités.

Innervation sympathique de l'estomac

L'innervation sympathique de l'estomac est assurée comme suit.

- Une fibre préganglionnaire sympathique de niveau médullaire T6 pénètre la racine antérieure de la moelle spinale.
- Au niveau du foramen vertébral, la racine antérieure (qui contient la fibre préganglionnaire) et la racine postérieure se rejoignent pour former le nerf spinal.
- En dehors de la colonne vertébrale, la fibre préganglionnaire quitte le nerf spinal par le rameau communicant blanc.
- Le rameau communicant blanc, qui contient la fibre préganglionnaire, gagne le tronc sympathique.
- Au sein du tronc sympathique, la fibre préganglionnaire ne fait pas synapse ; elle passe à travers le tronc sympathique et rejoint le nerf grand splanchnique.
- Le nerf grand splanchnique passe à travers les piliers du diaphragme et gagne le ganglion cœliaque.
- Dans le ganglion cœliaque, la fibre préganglionnaire fait synapse avec le neurone postganglionnaire.
- La fibre postganglionnaire rejoint le plexus de fibres nerveuses situées autour du tronc cœliaque et se poursuit le long de ses branches.
- La fibre postganglionnaire chemine avec les fibres nerveuses accompagnant les branches du tronc cœliaque vascularisant l'estomac et gagne par la suite la paroi gastrique.
- Un influx nerveux du système sympathique peut ainsi modifier les activités du tractus gastro-intestinal contrôlées par le système entérique.

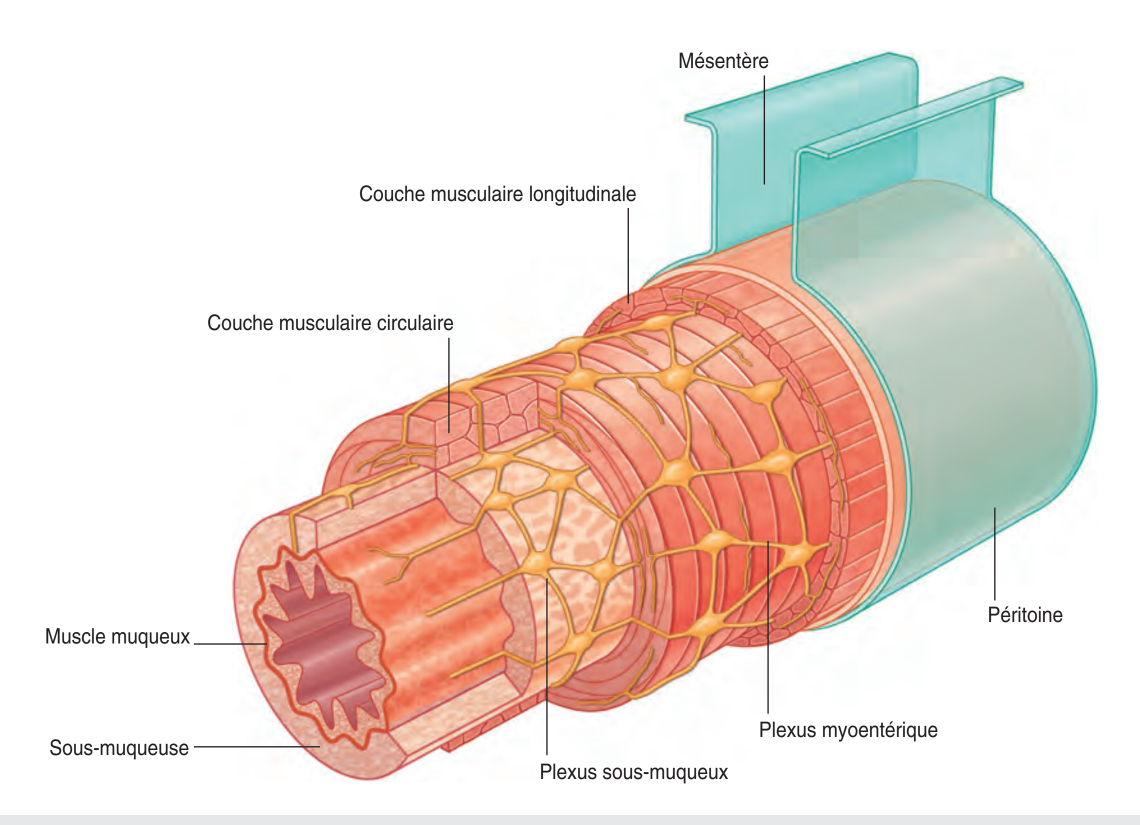


Figure 4.139 Système entérique.

En clinique

Chirurgie de l'obésité

La chirurgie de l'obésité est aussi appelée chirurgie de l'amaigrissement ou chirurgie bariatrique. Ce type de chirurgie est devenu de plus en plus fréquent ces dernières années pour les patients qui ne peuvent perdre du poids de manière significative après un régime approprié et un programme d'activités physiques. Cette chirurgie est parfois considérée comme un dernier recours. Surtout, nous devons reconnaître le problème médical croissant que posent les patients en surpoids. Avec l'obésité, les patients sont davantage susceptibles de développer un diabète et des problèmes cardiovasculaires, et souffrent de problèmes de santé plus fréquents. Tous ces éléments ont une influence significative sur les budgets de santé et sont considérés comme des situations graves pour la « santé nationale ».

Il existe de nombreuses options chirurgicales pour traiter l'obésité.

La chirurgie pour les patients qui souffrent d'une obésité morbide peut être classée en deux principaux groupes : les interventions de malabsorption et les interventions restrictives.

Interventions de malabsorption

On décrit différentes interventions de bypass (ou court-circuit) qui entraînent un état de malabsorption, évitant ainsi la prise de poids et permettant une réduction pondérale. Il existe des complications avec ce type d'intervention comme l'anémie, l'ostéoporose et la diarrhée (par exemple bypass jéjuno-iléal).

Interventions essentiellement restrictives

Les interventions restrictives consistent à placer une bande ou à agrafer l'estomac afin d'en réduire la taille. Cette réduction entraîne une sensation de satiété plus précoce et permet ainsi d'éviter la suralimentation.

Intervention combinée

Le *bypass* gastrique, probablement l'intervention la plus populaire actuellement aux États-Unis, consiste à agrafer l'estomac proximal et à anastomoser une boucle de l'intestin grêle au moignon gastrique. Cette technique est habituellement réalisée en créant une boucle en Y selon Roux avec des bras alimentaire et pancréaticobiliaire. L'autre type de procédure, la gastrectomie de type *sleeve*, connaît un succès croissant car elle peut être utilisée chez des patients considérés à risque élevé pour la chirurgie par *bypass* gastrique. Elle réalise une réduction de la lumière gastrique en réséquant une grande portion de l'estomac le long de la grande courbure. Tout patient obèse subissant une chirurgie est confronté à un risque accru de morbidité, avec des taux de mortalité de 1 à 5 %.

RÉGION POSTÉRIEURE DE L'ABDOMEN

La région postérieure de l'abdomen est située en arrière du tractus gastro-intestinal abdominal, de la rate et du pancréas (fig. 4.140). Cette région, circonscrite par les os et les muscles de la paroi abdominale postérieure, contient de nombreuses structures ; certaines d'entre elles ne sont pas directement impliquées dans les activités digestives mais utilisent cette zone comme un passage, pour aller d'une région du corps à une autre. Ce sont par exemple l'aorte abdominale et les plexus nerveux qui lui sont associés, la veine cave inférieure, les troncs sympathiques et les lymphatiques. Cette région contient également des structures qui sont importantes pour le fonctionnement d'autres parties du corps (par exemple le plexus lombal), et des organes qui se sont développés dans cette région chez le fœtus, et qui y demeurent chez l'adulte (par exemple les reins et les glandes surrénales).

Figure 4.140 Région postérieure de l'abdomen.

Paroi postérieure de l'abdomen

Squelette

Vertèbres lombales et sacrum

Les corps des cinq vertèbres lombales se projettent au milieu de la région postérieure de l'abdomen (fig. 4.141). La proéminence de ces structures dans cette région est due à la courbure (à convexité antérieure) de la colonne lombale.

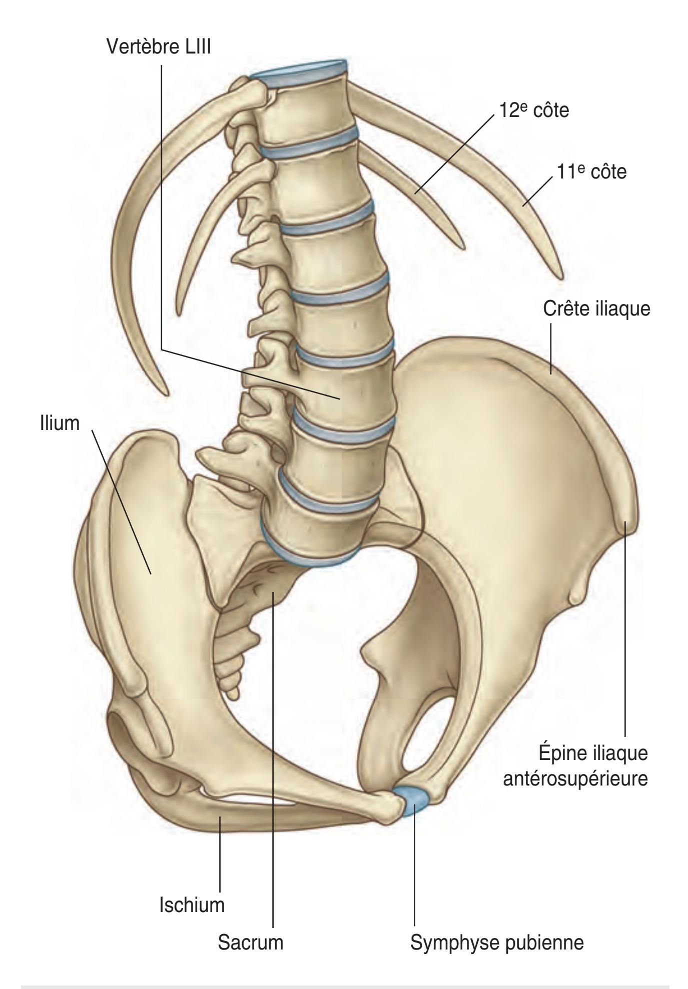


Figure 4.141 Ostéologie de la paroi postérieure de l'abdomen.

Les vertèbres lombales se distinguent des vertèbres cervicales et thoraciques par leur taille. Elles sont beaucoup plus larges que toutes les autres vertèbres. Les corps vertébraux sont massifs et leur taille augmente progressivement de la vertèbre LI à LV. Les pédicules sont courts et trapus, les processus transverses sont longs et minces, et les processus épineux sont larges et courts. Les processus articulaires sont larges et orientés médialement et latéralement, ce qui permet des mouvements de flexion et d'extension dans cette partie de la colonne vertébrale.

Entre chaque vertèbre lombale, il y a un disque intervertébral, qui complète cette structure médiane au sein de la paroi postérieure de l'abdomen.

La structure médiane se prolonge vers le bas par la partie supérieure du sacrum (fig. 4.141). Le sacrum est constitué par la fusion des cinq vertèbres sacrales, constituant une seule pièce osseuse, de forme triangulaire à base supérieure et à pointe inférieure. Sa face antérieure concave et sa face postérieure convexe contiennent les foramens sacraux antérieurs et postérieurs qui livrent passage pour les rameaux antérieurs et postérieurs des nerfs spinaux.

Os coxaux

Les **os ilium** sont les régions supérieures des os coxaux. Ils s'articulent de chaque côté avec les faces latérales du sacrum au niveau des articulations sacro-iliaques (fig. 4.141). La partie supérieure de chaque ilium présente vers l'extérieur une zone osseuse fine en forme d'aile (la **fosse iliaque**). La face médiale de cette région de l'os iliaque et les muscles qui lui sont associés sont des éléments constitutifs de la paroi postérieure de l'abdomen.

Côtes

En haut, les 11e et 12e côtes complètent le cadre osseux de la paroi postérieure de l'abdomen (fig. 4.141). Ces côtes sont particulières car elles ne s'articulent pas avec le sternum ou avec d'autres côtes ; elles n'ont qu'une seule facette articulaire au niveau de leur tête, et ne présentent ni col ni tubercules.

La 11e côte est en arrière de la partie supérieure du rein gauche, et la 12e côte est en arrière de la partie supérieure des deux reins. Par ailleurs, de nombreux muscles et ligaments s'insèrent sur la 12e côte.



Muscles

Les muscles de la région postérieure de l'abdomen complètent le cadre osseux de la paroi abdominale postérieure (tableau 4.2). En dedans, on trouve les muscles grand et petit psoas, en dehors le muscle carré des lombes, en bas le muscle iliaque et en haut le diaphragme (fig. 4.142 et fig. 4.143).

Grand et petit psoas

En dedans, les **muscles grands psoas** recouvrent les faces antérolatérales du corps des vertèbres lombales, comblant l'espace entre les corps vertébraux et les processus transverses (fig. 4.142). Chacun de ces muscles naît des corps vertébraux de la vertèbre thoracique TXII et des cinq vertèbres lombales, des disques intervertébraux situés entre ces vertèbres, et des processus transverses lombaux. Il se dirige vers le bas le long du bord du pelvis et se poursuit vers la face antérieure de la cuisse, en passant sous le ligament inguinal pour se terminer sur le petit trochanter du fémur.

Le muscle grand psoas fléchit la cuisse sur le bassin au niveau de la hanche lorsque le tronc est fixe, et il fléchit le tronc en avant lorsque le fémur est fixe. Il est innervé par les rameaux antérieurs des racines nerveuses L1 à L3.

Le **muscle petit psoas**, qui est parfois absent, est associé au grand psoas. Lorsqu'il est présent, ce muscle fin se trouve sur le grand psoas ; il s'insère sur les vertèbres TXII et LI, et sur les disques intervertébraux correspondants ; il se termine par un long tendon sur la ligne pectinéale du pelvis et sur l'éminence iliopubienne.

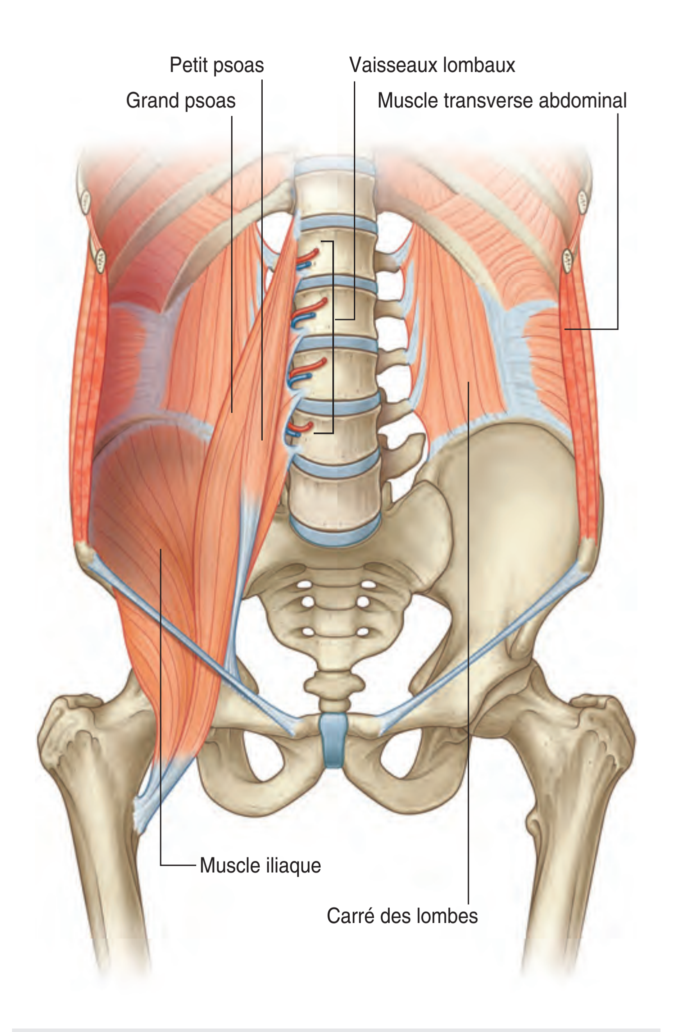


Figure 4.142 Muscles de la paroi postérieure de l'abdomen.

Tableau 4.2 Muscles de la paroi postérieure de l'abdomen.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Grand psoas	Faces latérales des corps vertébraux de TXII et de LI à LV, processus transverses des vertèbres lombales et disques intervertébraux entre TXII et LV	Petit trochanter du fémur	Rameaux antérieurs de L1 à L3	Flexion de la cuisse sur le bassin
Petit psoas	Faces latérales des corps vertébraux de TXII et LI, et disques intervertébraux correspondants	Ligne pectinéale du pelvis et éminence iliopubienne	Rameau antérieur de L1	Faible flexion de la colonne lombale
Carré des lombes	Processus transverse de LV, ligament iliolombal et crête iliaque	Processus transverses de LI à LIV et bord inférieur de la 12e côte	Rameaux antérieurs de T12 et de L1 à L4	Abaissement et stabilisation de la 12e côte, flexion latérale du tronc
Iliaque	Deux tiers supérieurs de la fosse iliaque, ligaments sacro-iliaque antérieur et iliolombal, partie supérieure de la face latérale du sacrum	Petit trochanter fémoral	Nerf fémoral (L2 à L4)	Flexion de la cuisse sur le bassin

Le petit psoas est un fléchisseur accessoire de la colonne lombale, et est innervé par le rameau antérieur de la racine nerveuse L1.

Muscle carré des lombes

De chaque côté, les **muscles carrés des lombes** se situent entre la 12e côte et la crête iliaque, de part et d'autre de la colonne vertébrale (fig. 4.142). Ils sont recouverts en dedans par les grands psoas, et sont en rapport par leurs bords latéraux avec les muscles transverses abdominaux.

Ils prennent leur origine sur le processus transverse de LV, le ligament iliolombal et la partie adjacente de la crête iliaque. Ils s'attachent en haut sur le processus transverse des quatre premières vertèbres lombales et sur le bord inférieur de la 12e côte.

Les muscles carrés des lombes abaissent et stabilisent la 12e côte et contribuent à la flexion latérale du tronc. Ensemble, ils étendent la colonne lombale. Ils sont innervés par le rameau antérieur de T12 et les nerfs spinaux L1 à L4.

Muscle iliaque

Plus bas, les **muscles iliaques** se situent de chaque côté dans les deux fosses iliaques (fig. 4.142). À partir de cette vaste insertion sur la fosse iliaque, le muscle se dirige vers le bas, rejoint le muscle grand psoas et se termine sur le petit trochanter fémoral. Au niveau de la cuisse, ces muscles s'associent et constituent le **muscle iliopsoas**.

Comme le grand psoas, le muscle iliaque fléchit la cuisse sur le bassin lorsque le tronc est fixe, et fléchit le tronc en avant si le point fixe est le fémur. Il est innervé par des rameaux du nerf fémoral.

Diaphragme

En haut, le diaphragme constitue la limite supérieure de la région abdominale postérieure. Cette cloison musculotendineuse sépare également la cavité abdominale de la cavité thoracique.

La structure du diaphragme est composée d'une zone centrale tendineuse sur laquelle s'insèrent de façon circonférentielle des fibres musculaires (fig. 4.143). Le diaphragme est

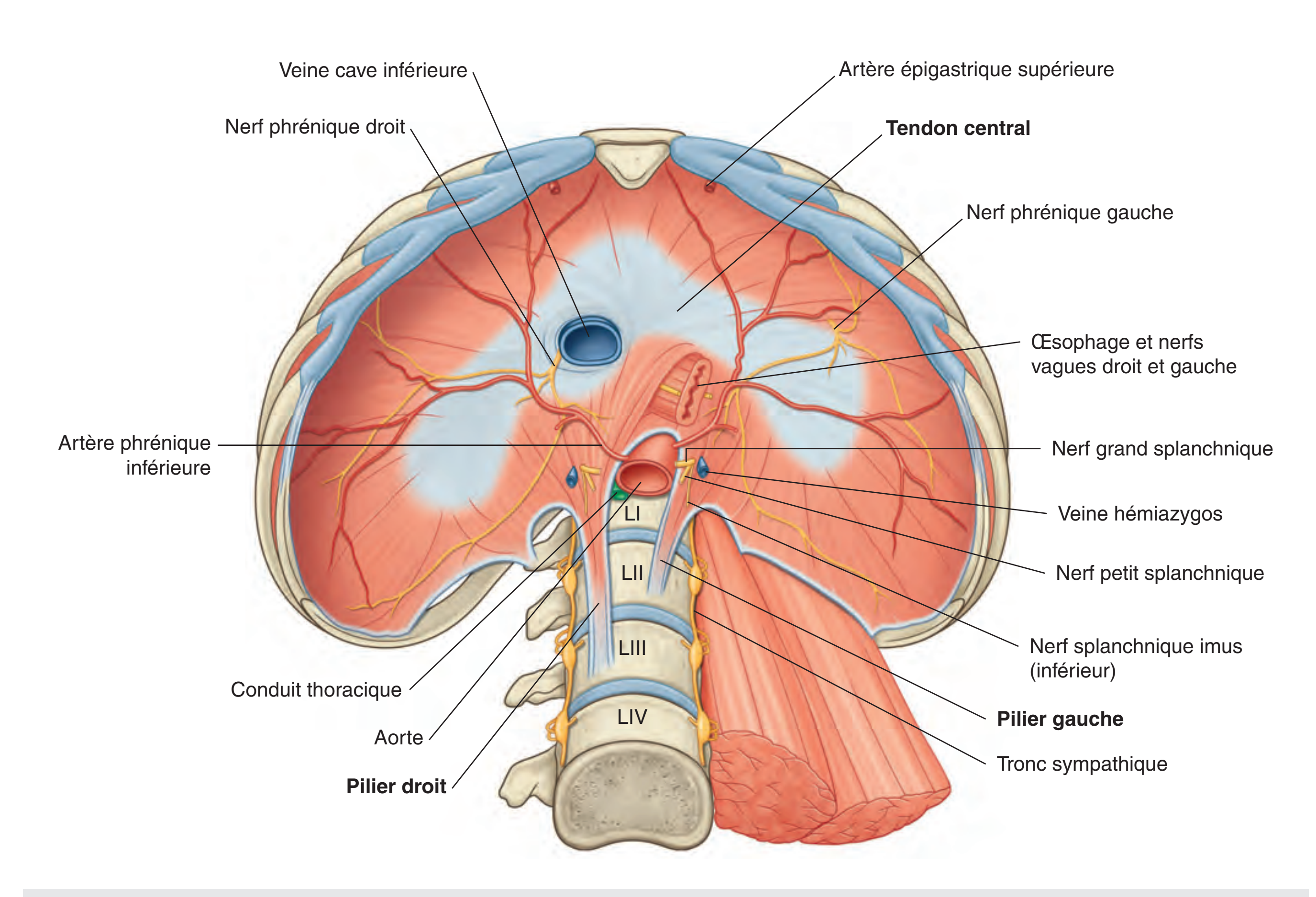


Figure 4.143 Diaphragme.

fixé aux vertèbres lombales par des piliers musculotendineux qui s'insèrent sur le ligament longitudinal antérieur de la colonne vertébrale :

- le **pilier droit** est le plus long et le plus large ; il s'insère sur les corps vertébraux de LI à LIII et les disques intervertébraux correspondants (fig. 4.144) ;
- le **pilier gauche** s'insère sur les corps vertébraux de LI et LII et les disques intervertébraux associés.

Les piliers se rejoignent sur la ligne médiane et forment une arche tendineuse (**ligament arqué médian**), située en avant de l'aorte (fig. 4.144).

En dehors des piliers, le fascia recouvrant la partie supérieure du muscle grand psoas forme une seconde arche tendineuse. Il s'agit du **ligament arqué médial**, qui s'insère en dedans sur les faces des vertèbres LI et LII, et en dehors sur le processus transverse de LI (fig. 4.144).

Une troisième arche tendineuse, le **ligament arqué latéral**, est constituée par un épaississement du fascia recouvrant le muscle carré des lombes. Il s'insère en dedans sur le processus transverse de LI et en dehors sur la 12e côte (fig. 4.144).

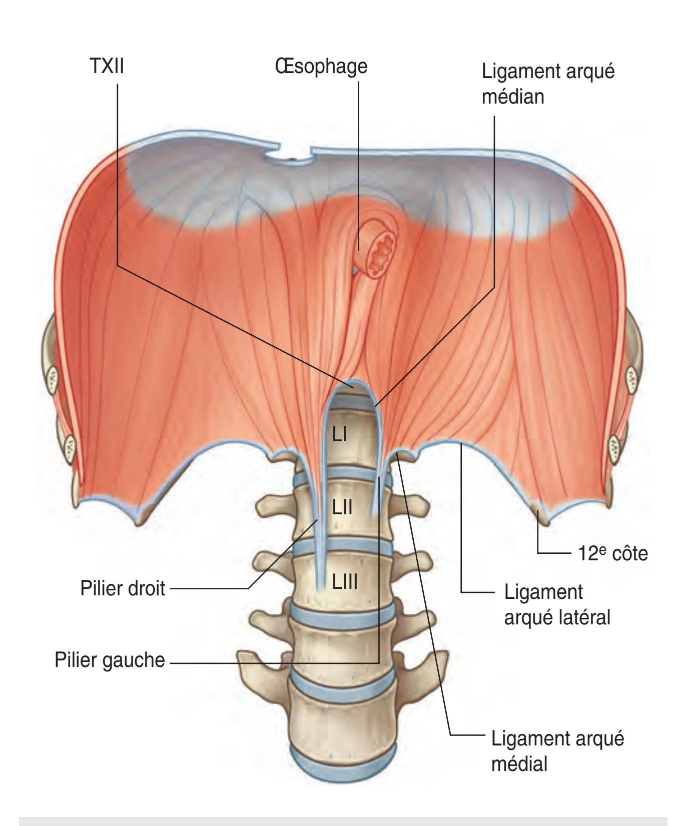


Figure 4.144 Piliers du diaphragme.

Les ligaments arqués médial et latéral servent de point d'insertion à une partie des fibres musculaires du diaphragme.

Structures passant à travers ou autour du diaphragme

De nombreuses structures passent à travers ou autour du diaphragme (fig. 4.143) :

- l'aorte passe en arrière du diaphragme, et en avant des corps vertébraux, en regard du bord inférieur de la vertèbre TXII – elle se situe entre les deux piliers du diaphragme et en arrière du ligament arqué médian, juste à gauche de la ligne médiane ;
- le conduit thoracique et parfois la veine azygos accompagnent l'aorte au niveau du hiatus aortique ;
- l'œsophage passe à travers les fibres musculaires du pilier droit du diaphragme au niveau de la vertèbre TX, juste à gauche du hiatus aortique ;
- les troncs vagues antérieur et postérieur traversent le diaphragme avec l'œsophage, au niveau du hiatus œsophagien, ainsi que les branches œsophagiennes de l'artère et de la veine gastrique gauche et les vaisseaux lymphatiques ;
- le troisième grand orifice du diaphragme est le foramen de la veine cave, à travers lequel passe la veine cave inférieure, quittant la cavité abdominale vers la cavité thoracique (fig. 4.143) ; il est situé en regard de la vertèbre TVIII, au sein de la zone tendineuse centrale du diaphragme ;
- le nerf phrénique droit accompagne la veine cave inférieure à travers le foramen de la veine cave ;
- le nerf phrénique gauche passe à travers la portion musculaire du diaphragme juste en avant du tendon central à gauche.

D'autres structures passent également à travers de plus petits orifices soit au sein du diaphragme, soit juste à sa périphérie lorsqu'elles vont de la cavité thoracique à la cavité abdominale (fig. 4.143) :

- les nerfs grand et petit splanchniques, et le nerf splanchnique imus (inférieur) lorsqu'il est présent, passent de chaque côté à travers les piliers ;
- la veine hémiazygos passe à travers le pilier gauche ;
- les troncs sympathiques passent de chaque côté en arrière du ligament arqué médial ;
- les vaisseaux épigastriques supérieurs passent en avant du diaphragme, à la face profonde des côtes ;
- d'autres vaisseaux et nerfs (à savoir les vaisseaux musculophréniques et certains nerfs intercostaux) passent également à travers le diaphragme en différents points.

Coupoles

L'aspect habituel des coupoles droite et gauche du diaphragme est dû au contenu abdominal sous-jacent, qui pousse les zones latérales vers le haut, et au péricarde, fixé au centre, entraînant un aplatissement du diaphragme dans cette zone centrale (fig. 4.145).

La disposition des coupoles est consécutive :

- au foie à droite, avec une certaine contribution du rein et de la glande surrénale droite ;
- au fundus de l'estomac et à la rate à gauche, avec une contribution du rein et de la glande surrénale gauche.

Bien que la hauteur de ces coupoles varie pendant la respiration, on estime que, lors d'une expiration normale, la coupole gauche se place en regard du 5e espace intercostal, et la coupole droite en regard de la 5e côte. Il est important de s'en souvenir lors de la percussion du thorax.

Durant l'inspiration, la partie musculaire du diaphragme se contracte, ce qui abaisse la partie centrale tendineuse du diaphragme. Cela entraîne un aplatissement des coupoles, un élargissement de la cavité thoracique et une diminution de la pression intrathoracique. Ces mouvements ont un effet physiologique : ils permettent la pénétration de l'air dans les poumons et augmentent le retour veineux vers le cœur.

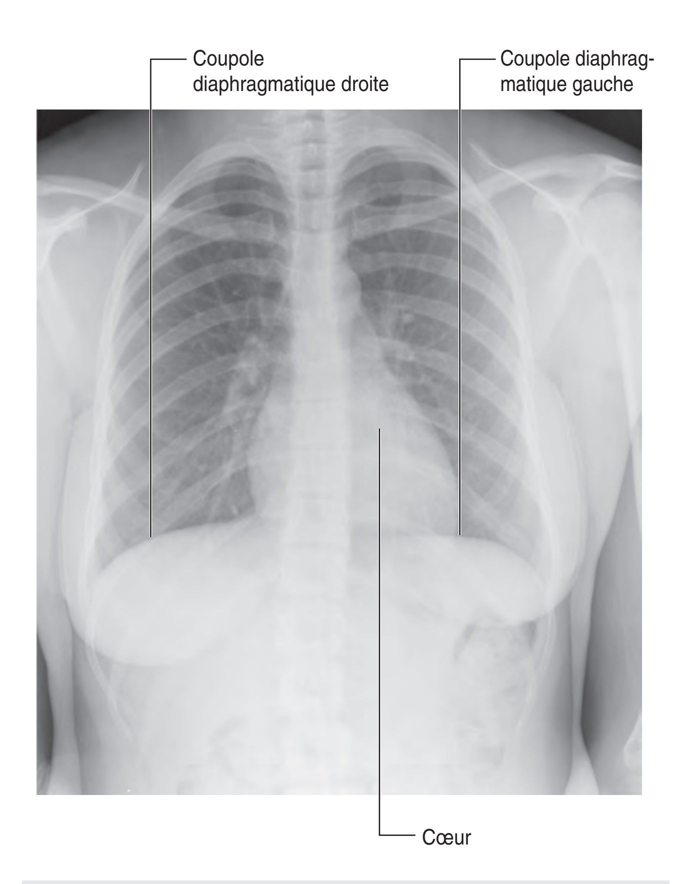


Figure 4.145 Coupoles droite et gauche du diaphragme. Radiographie de thorax.

Vascularisation

Le diaphragme est vascularisé par ses faces supérieure et inférieure :

- les **artères musculophrénique** et **péricardophrénique**, branches de l'**artère thoracique interne**, et l'**artère phrénique supérieure**, branche de l'**aorte thoracique**, vascularisent le diaphragme par sa face supérieure ;
- les **artères phréniques inférieures**, qui sont des branches de l'**aorte abdominale**, vascularisent le diaphragme par sa face inférieure (voir fig. 4.143).

Le drainage veineux est assuré par des veines accompagnant ces artères.

Innervation

L'innervation du diaphragme est essentiellement assurée par les **nerfs phréniques**. Ces nerfs, issus des niveaux médullaires C3 à C5, assurent toute l'innervation motrice du diaphragme et l'innervation sensitive de sa partie centrale. Ils cheminent dans la cavité thoracique, entre la plèvre médiastinale et le péricarde, jusqu'à la face supérieure du diaphragme. À ce niveau, le nerf phrénique droit accompagne la veine cave inférieure à travers le diaphragme ; le nerf phrénique gauche traverse le diaphragme seul (voir fig. 4.143). D'autres fibres sensitives issues des nerfs intercostaux innervent les zones périphériques du diaphragme.

En clinique

Abcès du muscle psoas

À première vue, il est difficile d'apprécier en quoi la gaine du muscle psoas est l'une des plus importantes de l'organisme. Le muscle psoas et sa gaine s'insèrent non seulement sur les vertèbres lombales, mais aussi sur les disques intervertébraux situés entre ces vertèbres. Cette origine discale est très importante.

Dans certains types d'infection, le disque intervertébral est typiquement atteint (discites dues à une tuberculose ou à une salmonelle). Lorsque le disque est atteint, l'infection peut diffuser en avant et sur les côtés. Elle passe alors dans la gaine du psoas et diffuse au sein du muscle et de sa gaine. Elle peut se manifester par l'apparition d'une masse sous le ligament inguinal.



En clinique

Hernies diaphragmatiques

Pour comprendre comment une hernie diaphragmatique peut se développer, il est nécessaire de connaître l'embryologie du diaphragme.

Le diaphragme est formé de quatre structures – le septum transversum, le mésentère postérieur de l'œsophage, la membrane pleuropéritonéale et la périphérie diaphragmatique – qui fusionnent par la suite, séparant ainsi la cavité abdominale de la cavité thoracique. Le septum transversum forme le tendon central, qui se développe à partir d'une origine embryonnaire mésodermique, en avant de la tête de l'embryon, puis migre vers sa position adulte lors de la formation des replis de la portion céphalique de l'embryon.

La fusion des différents composants du diaphragme peut être incomplète et des hernies peuvent alors se développer au niveau de ces points de non-fusion (fig. 4.146). Les sites les plus fréquents sont :

- au niveau du processus xiphoïde et du rebord costal à droite (hernie de Morgagni) ;
- à travers un défect situé à gauche lorsque la membrane pleuropéritonéale ne parvient pas à fermer le canal péricardopéritonéal (hernie de Bochdalek).

Des hernies peuvent également se développer au sein du tendon central, ou au niveau d'un hiatus œsophagien congénitalement grand.

Les hernies de Morgagni et de Bochdalek sont habituellement parlantes à la naissance ou lors de la petite enfance. Elles laissent les viscères abdominaux pénétrer dans la cavité thoracique, ce qui peut comprimer les poumons et réduire la fonction respiratoire. La plupart de ces hernies nécessitent un traitement chirurgical. Cependant, de grandes hernies peuvent générer une hypoplasie pulmonaire et l'évolution à long terme depend plus du degré d'hypoplasie que de la reparation chirurgicale elle-même.

Quelquefois, de petits défects diaphragmatiques ne permettent pas le passage des viscères mais laissent librement circuler les liquides. Quand de tels défects sont présents, les patients ayant une ascite peuvent développer des épanchements pleuraux et, inversement, les patients présentant des épanchements pleuraux peuvent développer une ascite.

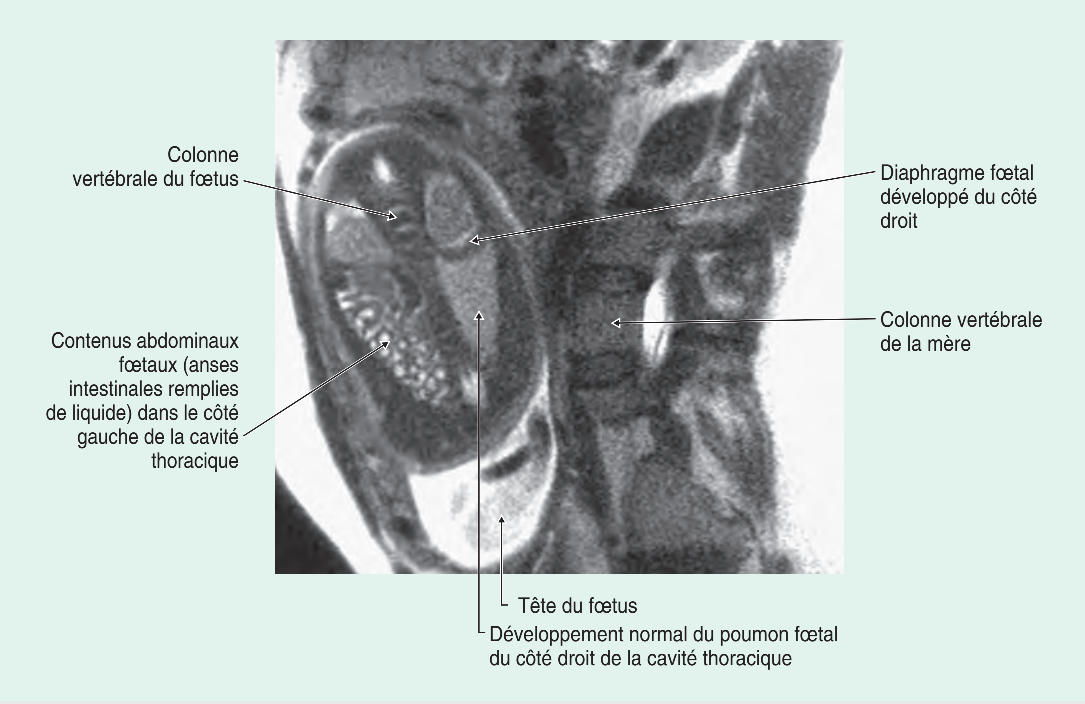


Figure 4.146 Hernie diaphragmatique fœtale in utero. IRM pondérée en T2. Coupes fœtale coronale, maternelle sagittale.

En clinique

Hernie hiatale

Au niveau du hiatus œsophagien, le diaphragme peut être laxe, permettant ainsi au fundus de l'estomac de faire hernie dans le médiastin postérieur (fig. 4.147 et fig. 4.148). Cela provoque typiquement des symptômes de reflux acide. Un ulcère peut alors se développer et provoquer saignement et anémie. Le diagnostic est habituellement confirmé grâce à des radiographies au baryum ou à une endoscopie. La hernie hiatale est souvent asymptomatique et fréquemment décelée fortuitement sur une TDM réalisée pour d'autres raisons. Le traitement de première intention est médical, bien qu'un traitement chirurgical soit parfois nécessaire.



Figure 4.147 Radiographie au baryum montrant une hernie hiatale.



Figure 4.148 Coupe coronale TDM d'une hernie hiatale.



Viscères

Reins

Les reins ont une forme de haricot ; ils sont situés en position rétropéritonéale dans la région abdominale postérieure (fig. 4.149). Ils sont logés au sein du tissu conjonctif extrapéritonéal de chaque côté de la colonne vertébrale. En position couchée, la limite supérieure des reins se projette au niveau de la vertèbre TXII, et leur limite inférieure se projette en regard de LIII, le rein droit étant légèrement plus bas que le rein gauche en raison de ses rapports avec le foie. Bien que les reins soient de taille et de forme similaires, le rein gauche est légèrement plus long et fin que le rein droit ; il est également plus près de la ligne médiane.

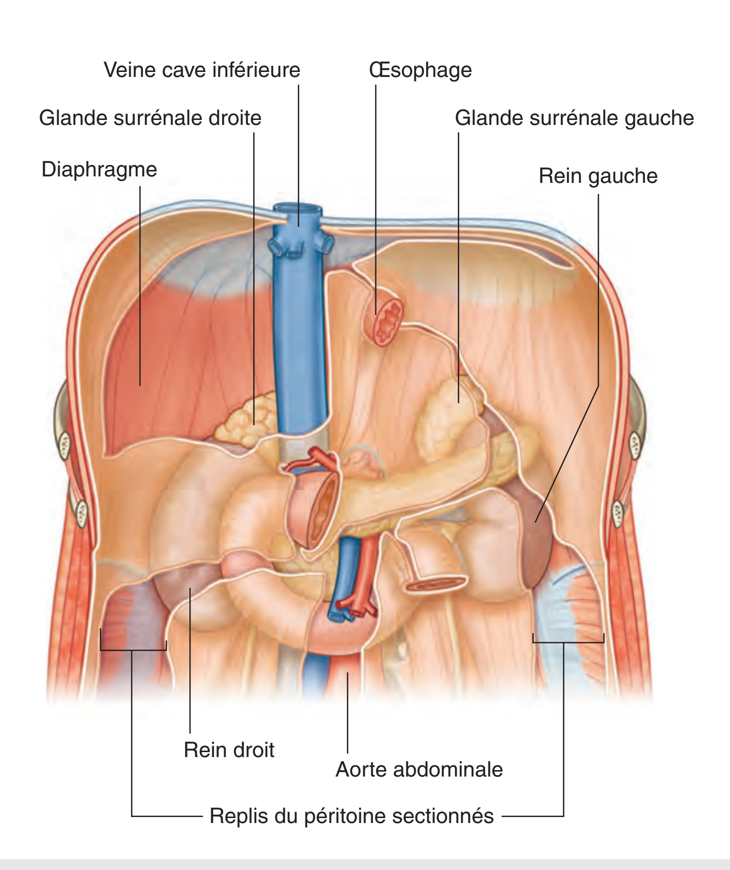


Figure 4.149 Situation rétropéritonéale des reins au sein de la région postérieure de l'abdomen.

Rapports avec les autres structures

La face antérieure du rein droit est en rapport avec de nombreuses structures ; certaines sont séparées du rein par un feuillet péritonéal, d'autres sont directement en contact avec le rein (fig. 4.150) :

- une petite partie du **pôle supérieur** du rein droit est recouverte par la glande surrénale droite ;
- plus bas, une grande partie de sa **face antérieure** est située contre le foie, dont elle est séparée par un feuillet péritonéal ;
- en dedans, la portion descendante du duodénum, qui est en position rétropéritonéale, entre en contact avec le rein ;
- le **pôle inférieur** du rein est directement en contact avec l'angle colique droit par sa face latérale, et avec une partie de l'intestin grêle par sa face médiale.

La face antérieure du rein gauche est également en rapport avec de nombreuses structures, certaines par l'intermédiaire d'un feuillet péritonéal, d'autres directement en contact avec le rein (fig. 4.150) :

- une petite partie du pôle supérieur est recouverte, sur sa face médiale, par la glande surrénale gauche ;
- le reste du pôle supérieur est en rapport avec l'estomac, qui est intrapéritonéal, et la rate ;
- plus bas, le pancréas, qui est en position rétropéritonéale, recouvre la partie moyenne du rein ;
- la moitié inférieure du rein gauche est en rapport, sur sa face latérale, avec l'angle colique gauche et le début du côlon descendant, et sur sa face médiale, avec des anses jéjunales intrapéritonéales.

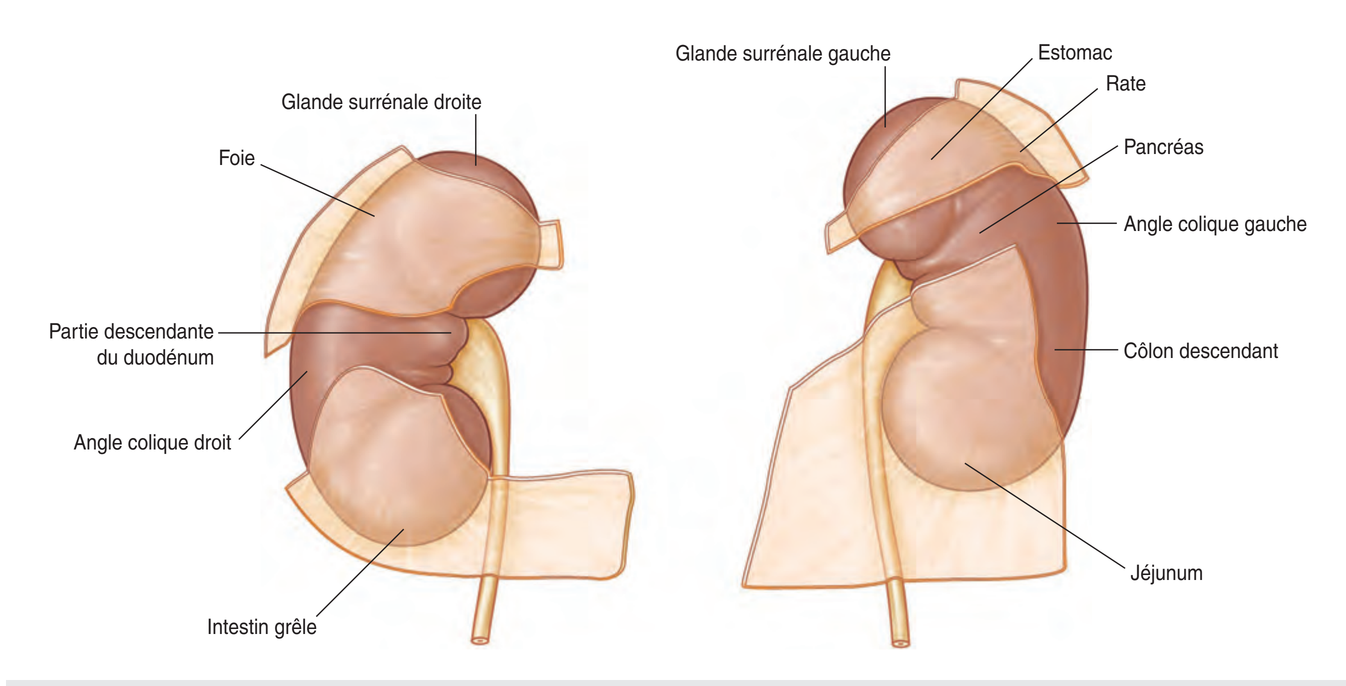


Figure 4.150 Structures en rapport avec la face antérieure des reins.

En arrière, les reins droit et gauche sont en rapport avec des structures similaires (fig. 4.151). Ils sont en rapport en haut avec le diaphragme, et plus bas, de dedans en dehors, avec le muscle grand psoas, le carré des lombes et le muscle transverse abdominal.

Le pôle supérieur du rein droit est situé en avant de la 12ᵉ côte, alors que le pôle supérieur du rein gauche est en avant des 11ᵉ et 12ᵉ côtes. Les culs-de-sac pleuraux, plus particulièrement les récessus costodiaphragmatiques, sont en arrière des reins à ce niveau.

Les vaisseaux et nerfs subcostaux et les nerfs iliohypogastriques et ilio-inguinaux cheminent également en arrière des reins.

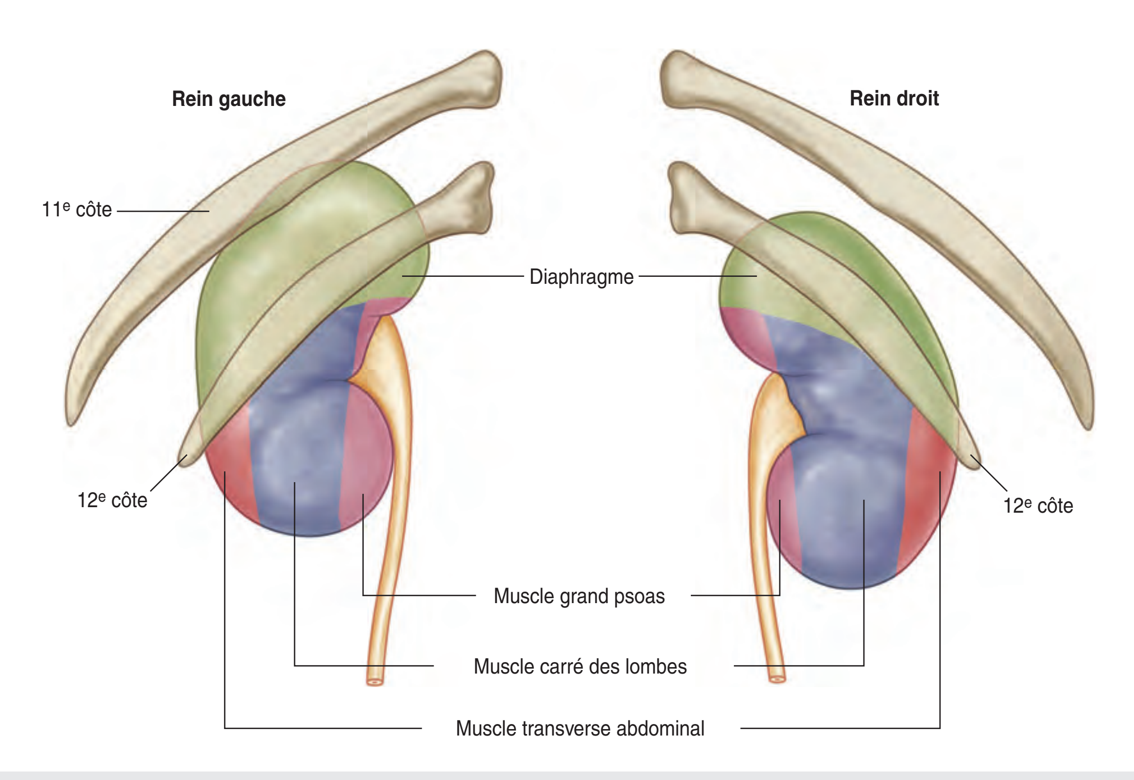


Figure 4.151 Structures en rapport avec la face postérieure des reins.

Loge rénale et fascia

Les reins sont entourés d'un arrangement particulier de graisse et de fascia. Il existe un amas de graisse extrapéritonéale, immédiatement autour de la capsule rénale – la **graisse périrénale**, qui enveloppe complètement le rein (fig. 4.140). Cette graisse périrénale est limitée par un épaississement membraneux du fascia extrapéritonéal (le **fascia rénal**). Les glandes surrénales sont également contenues dans cette loge ; elles sont habituellement séparées des reins par un fin septum. Le fascia rénal est incisé quel que soit l'abord chirurgical du rein.

Au niveau des bords latéraux de chaque rein, les feuillets antérieur et postérieur du fascia rénal fusionnent (fig. 4.152). Cette zone peut se prolonger sur le fascia transversalis au niveau de la paroi latérale de l'abdomen.

Au-dessus de chaque glande surrénale, les feuillets antérieur et postérieur du fascia rénal fusionnent et s'associent au fascia qui recouvre le diaphragme.

En dedans, le feuillet antérieur du fascia rénal se prolonge sur les vaisseaux au niveau du hile, et fusionne avec le tissu conjonctif entourant l'aorte abdominale et la veine cave inférieure (fig. 4.152). Dans certains cas, le feuillet antérieur peut traverser la ligne médiane, vers le côté opposé, et fusionner avec le feuillet controlatéral.

Le feuillet postérieur du fascia rénal passe en dedans, entre le rein et le fascia recouvrant le muscle carré des lombes, pour fusionner avec le fascia du muscle grand psoas.

En bas, les feuillets antérieur et postérieur du fascia rénal entourent les uretères.

En plus de la graisse périrénale et du fascia rénal, une dernière enveloppe de graisse, la **graisse pararénale**, complète cet ensemble de graisse et de fascia associé au rein (fig. 4.152). Cette graisse s'accumule en arrière et en dehors de chaque rein.

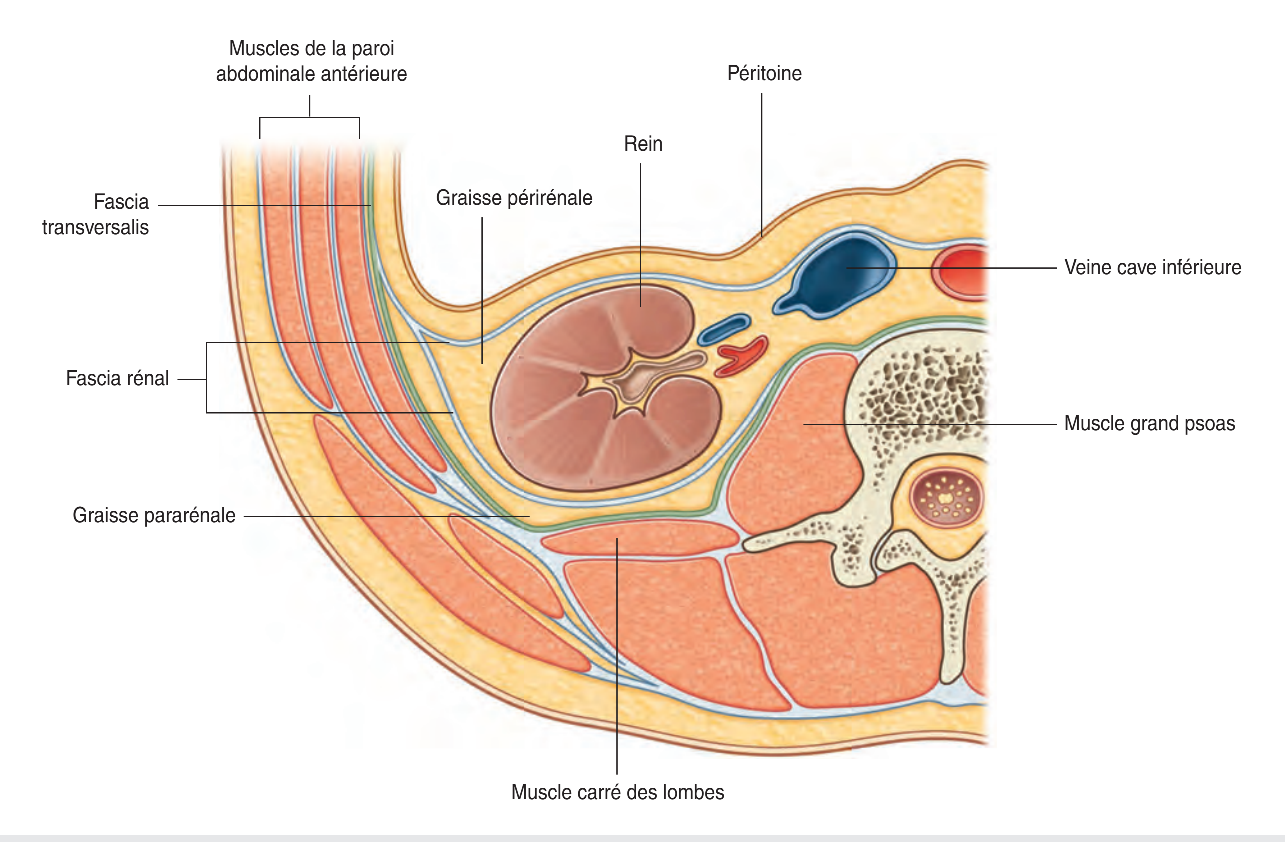


Figure 4.152 Organisation de la graisse et des fascias entourant les reins.



Structure rénale

Chaque rein présente une face antérieure et une face postérieure lisses, recouvertes d'une capsule fibreuse, facilement clivable en dehors des situations pathologiques.

Le **hile du rein** est situé sur le bord médial du rein. Il correspond à une fente verticale profonde, à travers laquelle les vaisseaux, les nerfs et les lymphatiques pénètrent et quittent le rein (fig. 4.153). En profondeur, le hile est en continuité avec le sinus rénal. La graisse périrénale entourant le rein se poursuit sur le hile et le sinus rénal.

Chaque rein est constitué d'un **cortex rénal** périphérique et d'une médullaire rénale interne. Le cortex rénal correspond à une bande continue de tissu pâle, entourant complètement la médullaire rénale. Des extensions du cortex rénal (les **colonnes rénales**) se projettent au centre du rein, divisant la médullaire en agrégats triangulaires discontinus de tissu (les **pyramides rénales**).

Les bases des pyramides rénales sont en périphérie, jouxtant le cortex rénal, alors que leurs sommets sont orientés vers le centre, en direction du **sinus rénal**. Leur projection apicale (**papille rénale**) est entourée par un **petit calice**, et contient les ouvertures des conduits papillaires qui drainent les tubules rénaux.

Les petits calices reçoivent l'urine par les conduits papillaires et représentent les parties proximales du tube qui va former par la suite l'uretère (fig. 4.153). Au sein du sinus rénal, plusieurs petits calices se réunissent pour former un **grand calice**, et deux à trois grands calices se réunissent pour former le **pelvis rénal** (ou pyélon ou bassinet), qui a une forme d'entonnoir et correspond à l'extrémité proximale de l'uretère.

Vascularisation et lymphatiques des reins

Chaque rein est vascularisé par une seule volumineuse artère, l'**artère rénale**, qui est une branche latérale de l'aorte abdominale. Ces vaisseaux naissent habituellement juste en dessous de l'origine de l'artère mésentérique supérieure, en regard des vertèbres LI–LII

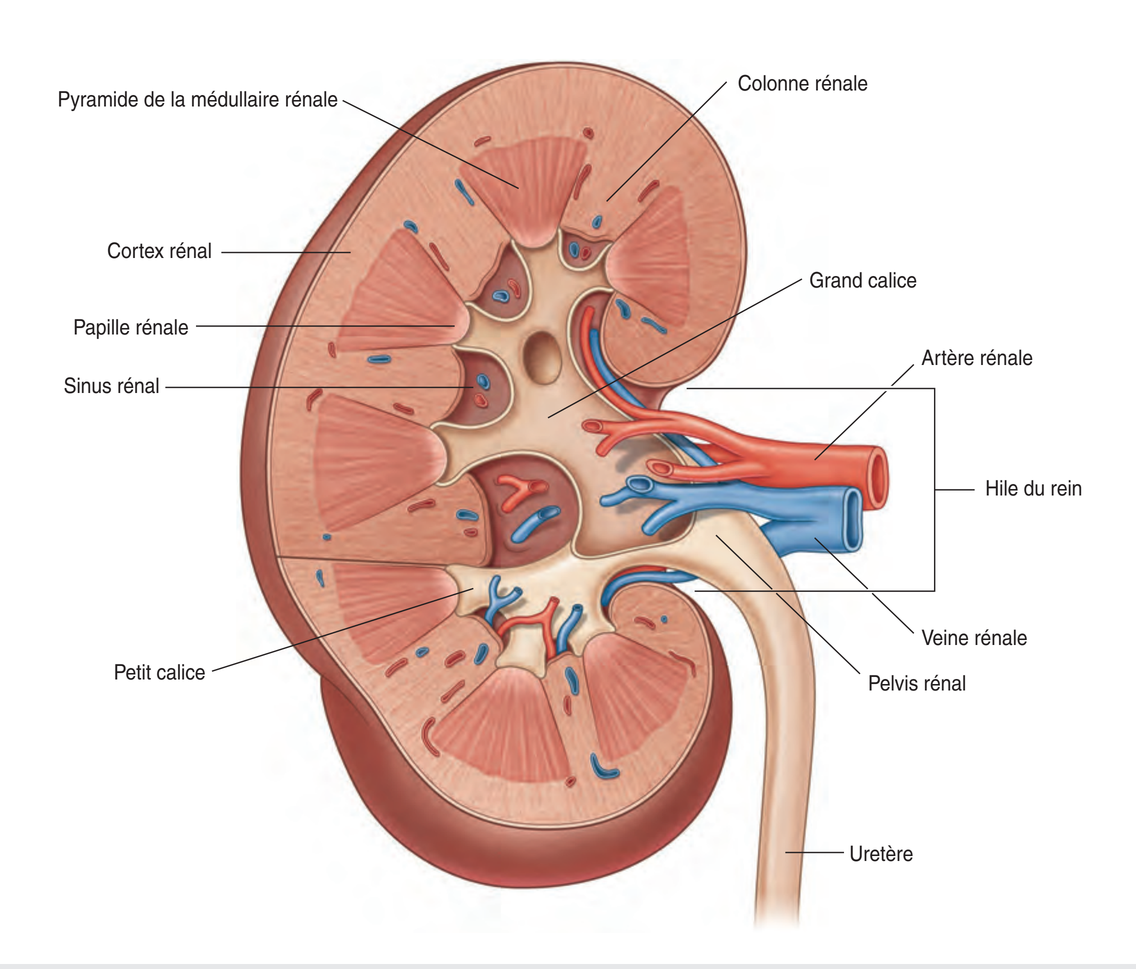


Figure 4.153 Structure interne du rein.

(fig. 4.154). L'**artère rénale gauche** naît généralement un peu plus haut que la droite, l'**artère rénale droite** est un peu plus longue et passe en arrière de la veine cave inférieure.

Lorsque l'artère rénale gagne le hile rénal, elle se divise en branches antérieure et postérieure, qui vascularisent le parenchyme rénal. Il existe souvent des artères rénales accessoires. Elles naissent des faces latérales de l'aorte abdominale, soit au-dessus, soit au-dessous des artères rénales principales, et pénètrent le hile rénal avec les artères rénales principales ou gagnent directement le rein à un autre niveau ; elles sont alors désignées sous le terme d'**artères extrahilaires**.

De nombreuses veines rénales participent à la formation des **veines rénales droite** et **gauche**, qui sont toutes deux situées en avant des artères rénales (fig. 4.154A). À noter que la longue veine rénale gauche croise la ligne médiane en avant de l'aorte abdominale et en arrière de l'artère mésentérique supérieure, et qu'elle peut être comprimée par un anévrisme de l'une ou l'autre de ces deux artères (fig. 4.154B).

Le drainage lymphatique des reins est assuré par les **nœuds lymphatiques aortiques latéraux** (**lombaux**), situés autour de l'origine des artères rénales.

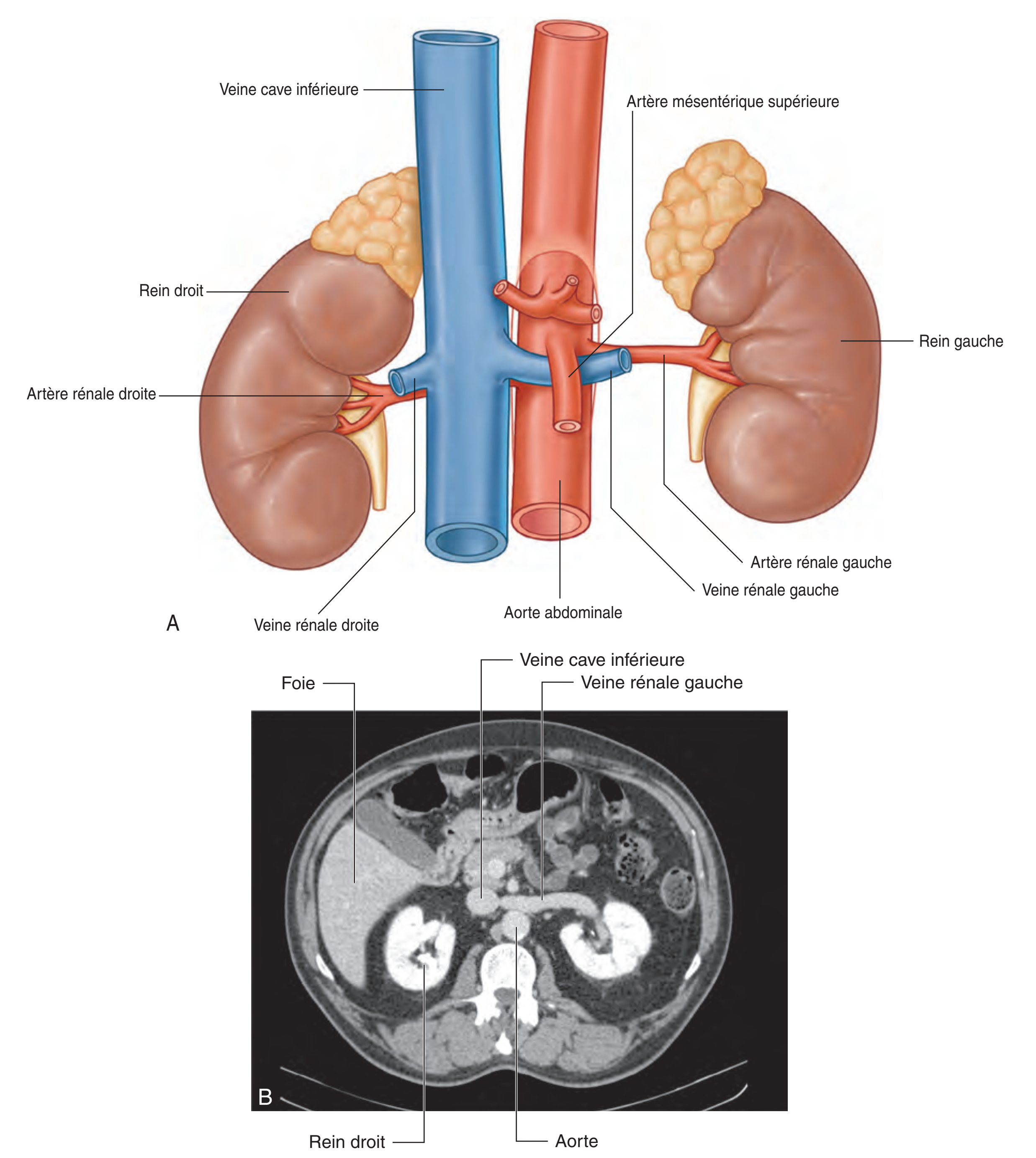


Figure 4.154 **A.** Vascularisation rénale. **B.** Coupe TDM montrant la veine rénale gauche croisant la ligne médiane.

Uretères

Les uretères sont des tubes musculaires qui transportent l'urine des reins à la vessie. Ils sont en continuité en haut avec les pelvis rénaux, qui sont des structures en forme d'entonnoir au sein du sinus rénal. Le pelvis rénal est constitué par la réunion des grands calices (deux ou trois), qui sont eux-mêmes constitués par la réunion de plusieurs petits calices (voir fig. 4.153). Les petits calices entourent les papilles rénales.

Le pelvis rénal se rétrécit lorsqu'il émerge vers le bas du hile rénal; il se poursuit par l'uretère au niveau de la **jonction pelvi-urétérale** (fig. 4.155). Plus bas, l'uretère descend en position rétropéritonéale, sur la face médiale du muscle grand psoas. En regard de la limite supérieure du pelvis, les uretères croisent soit la terminaison de l'artère iliaque commune, soit l'origine de l'artère iliaque externe, pénètrent la cavité pelvienne et poursuivent leur trajet jusqu'à la vessie.

Les uretères sont rétrécis à trois niveaux au long de leur parcours (fig. 4.155) :

- le premier niveau est la jonction pelvi-urétérale ;
- le deuxième niveau se situe en regard du croisement entre les uretères et les vaisseaux iliaques communs à la limite supérieure du pelvis ;
- le troisième niveau se situe à l'endroit où les uretères pénètrent la paroi vésicale.

Les lithiases rénales peuvent se situer à ces niveaux de constriction.

Figure 4.155 Uretères.

Vascularisation et lymphatiques des uretères

Les uretères sont vascularisés par des branches artérielles issues des vaisseaux voisins tout au long de leur trajet vers la vessie (fig. 4.155) :

- les artères rénales vascularisent leur partie supérieure ;
- leur partie moyenne reçoit des branches de l'aorte abdominale, les artères testiculaires ou ovariennes et les artères iliaques communes ;
- dans la cavité pelvienne, les uretères sont vascularisés par une ou plusieurs branches issues des artères iliaques internes.

Dans tous les cas, les artères qui vascularisent les uretères se divisent en branches ascendante et descendante, qui forment des anastomoses longitudinales.

Le drainage lymphatique des uretères présente une organisation similaire à celle de la vascularisation artérielle.

- La lymphe de la partie supérieure des uretères se draine vers les nœuds lymphatiques lombaux.
- La lymphe de leur partie moyenne se draine vers les nœuds lymphatiques associés aux vaisseaux iliaques communs.
- La lymphe de leur partie inférieure se draine vers les nœuds lymphatiques associés aux vaisseaux iliaques internes et externes.

Innervation urétérale

L'innervation des uretères est assurée par les plexus rénal, aortique, hypogastrique supérieur et inférieur, via des rameaux nerveux qui cheminent avec les vaisseaux sanguins.

Les fibres viscérales efférentes sont issues de sources sympathique et parasympathique, alors que les fibres viscérales afférentes retournent vers les niveaux médullaires T11 à L2. Les douleurs urétérales, qui sont habituellement rapportées à la distension de l'uretère, se projettent ainsi sur les aires cutanées innervées par les niveaux médullaires de T11 à L2. Ces aires comprennent la majorité de la paroi abdominale postérieure et latérale, entre les côtes et la crête iliaque, la région pubienne, le scrotum chez l'homme et la grande lèvre chez la femme, et la partie proximale de la face antérieure de la cuisse.

En clinique

Lithiases urinaires

Les lithiases urinaires (calculs) sont plus fréquentes chez les hommes que chez les femmes, surviennent généralement entre l'âge de 20 et 60 ans, et sont habituellement associées à un mode de vie sédentaire. Les calculs urinaires sont constitués d'agrégats polycristallins de calcium, de phosphate, d'oxalate, d'urate et d'autres sels solubles au sein d'une matrice organique. L'urine devient saturée de ces sels et de petites variations du pH entraînent leur précipitation.

La présentation clinique typique est un patient ayant des douleurs irradiant de la région infrascapulaire vers l'aine, et même vers le scrotum ou la grande lèvre. Ces douleurs peuvent s'accompagner de sang dans les urines (**hématurie**).

Une infection doit être exclue. Certaines espèces de bactéries sont fréquemment associées aux lithiases urinaires.

Les complications des lithiases urinaires sont l'infection, l'obstruction urinaire et l'insuffisance rénale. Des calculs peuvent également se développer dans la vessie ; ils entraînent alors une irritation marquée, source de douleur et de gêne.

Le diagnostic de lithiase urinaire repose sur l'anamnèse et l'examen clinique. Les calculs sont parfois visibles sur les radiographies abdominales sans préparation. Les examens complémentaires spécifiques sont :

- l'échographie, qui peut mettre en évidence une dilatation du pelvis rénal et des calices lors de l'obstruction du tractus urinaire. C'est l'examen de référence pour l'imagerie chez la femme enceinte ou lorsque la suspicion clinique est faible ;
- la TDM à faible dose de l'appareil urinaire, qui permet la détection d'éventuelles petites lithiases, montre le niveau exact de l'obstruction, et, selon la taille, la densité et la localisation de la lithiase, peut aider l'urologue à planifier l'ablation du calcul si nécessaire (lithotripsie par ondes de choc extracorporelles versus urétéroscopie, néphrolithotomie percutanée, ou, extrêment rare actuellement, chirurgie à ciel ouvert) (fig. 4.156) ;
- l'urographie intraveineuse, qui va montrer l'obstruction, et préciser le niveau exact de la lithiase ; elle est actuellement moins utilisée du fait du développement de la TDM à faible dose.

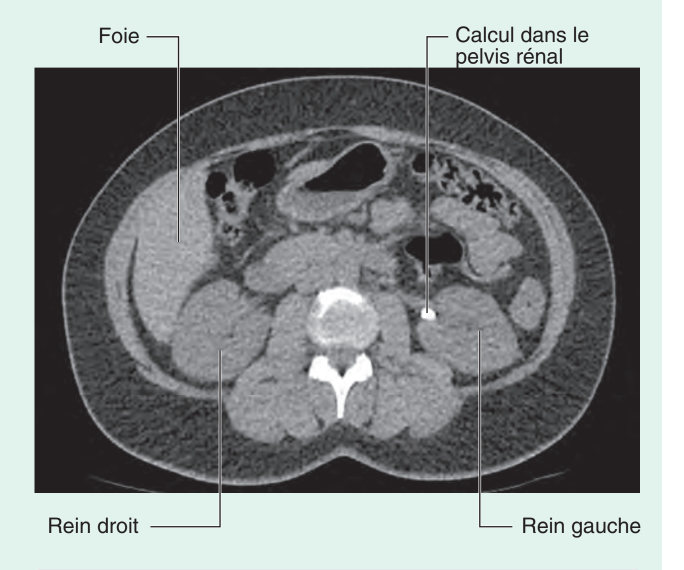


Figure 4.156 Coupe axiale en TDM faible dose de l'appareil urinaire montrant une lithiase dans le pelvis rénal gauche.



En clinique

Cancers du tractus urinaire

La plupart des tumeurs du rein sont des carcinomes à cellules rénales. Ces tumeurs se développent au sein de l'épithélium tubulaire proximal. Approximativement 5 % des tumeurs du rein sont des tumeurs à cellules transitionnelles, qui naissent au sein de l'urothélium du pelvis rénal. Ces pathologies se manifestent habituellement par la présence de sang dans les urines (hématurie), des douleurs dans la région infrascapulaire et une masse.

Les tumeurs à cellules rénales (fig. 4.157 et fig. 4.158) sont inhabituelles, car elles s'étendent non seulement vers la périphérie du rein, envahissant la graisse et le fascia, mais aussi vers la veine rénale. Cette extension veineuse est rare dans les autres tumeurs ; ainsi, lorsqu'elle est observée, un carcinome à cellules rénales doit être suspecté. Ce type de tumeur peut également s'étendre de la veine rénale dans la veine cave inférieure, et dans de rares cas, gagner l'atrium droit et, à travers la valve tricuspide, les artères pulmonaires.

Le traitement de la plupart des cancers du rein est chirurgical, et consiste en l'ablation du rein, même s'il existe des extensions métastatiques, car quelques patients peuvent voir leurs métastases régresser.

Les carcinomes à cellules transitionnelles naissent au sein de l'urothélium. Cet urothélium est présent des calices à l'uretère, et se comporte comme une « seule unité ». Ainsi, les patients ayant un carcinome transitionnel de la vessie peuvent présenter des tumeurs similaires au niveau des parties supérieures du tractus urinaire. Chez ces patients, la totalité de l'appareil urinaire doit donc être vérifiée afin d'exclure la possibilité d'autres localisations tumorales (fig. 4.159). Cela est actuellement réalisé en effectuant une uro-TDM en deux phases qui permet la visualisation du parenchyme rénal et du système collecteur en même temps.

Duodénum
Muscle grand psoas gauche
Cancer du rein droit
Aorte
Rein gauche
Veine cave inférieure

Figure 4.157 Tumeur du rein droit s'étendant, avec envahissement possible du duodénum. Scanner dans le plan axial.

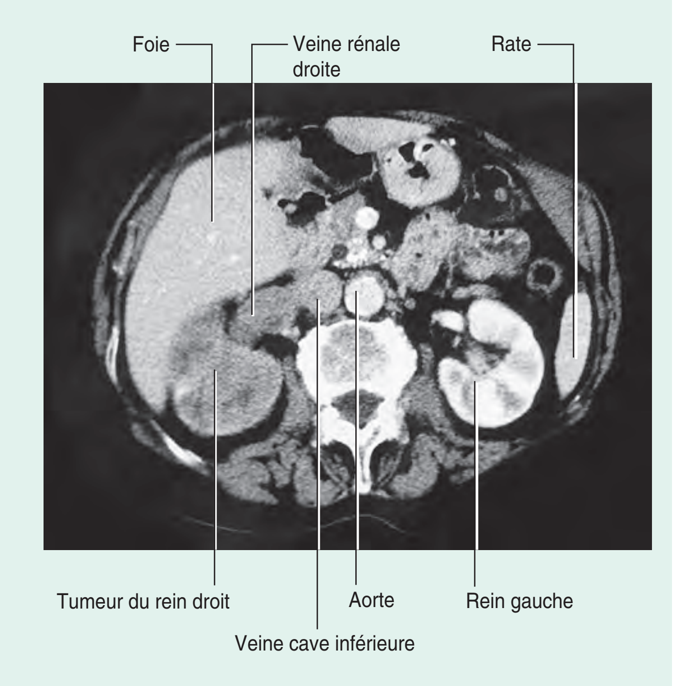


Figure 4.158 Tumeur du rein droit envahissant la veine rénale droite. Scanner dans le plan axial.

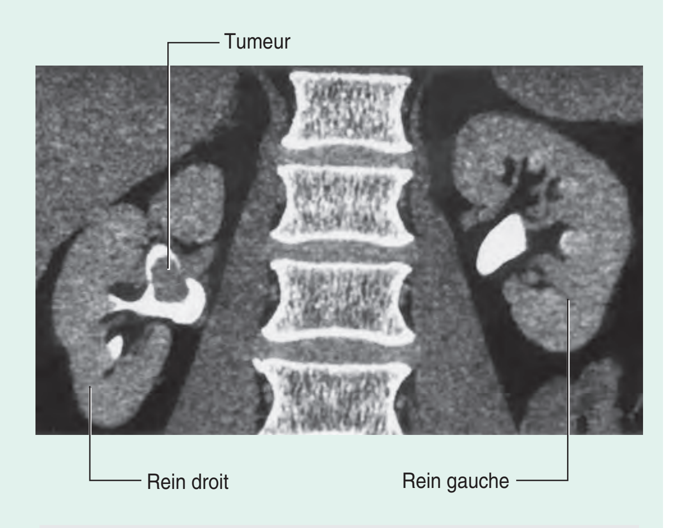


Figure 4.159 Carcinome à cellules transitionnelles du bassinet du rein droit. Reconstruction scannographique dans le plan coronal.

En clinique

Néphrostomie

Une néphrostomie est une intervention qui consiste à placer un tube à travers la paroi abdominale latérale ou postérieure jusque dans le cortex rénal via le pelvis rénal. La fonction de ce tube est de permettre l'écoulement de l'urine du pelvis rénal vers l'extérieur (fig. 4.160).

Les reins sont situés contre la paroi abdominale postérieure et, chez les sujets sains, ne sont qu'à 2 à 3 cm de la peau. L'accès au rein est relativement simple sous contrôle échographique. Après une anesthésie locale, une aiguille peut être placée, sous contrôle échographique, à travers la peau vers le cortex rénal dans le pelvis rénal. Une série de guides et de cathéters peuvent être introduits à travers l'aiguille pour positionner le cathéter de drainage.

Les indications d'une telle procédure sont nombreuses. Chez les patients présentant une obstruction urétérale distale, la contre-pression de l'urine dans les uretères et les reins entrave sérieusement la fonction rénale. Cela conduit, en l'absence de traitement, à une insuffisance rénale puis à la mort. En outre, un système obstrué et dilaté est également susceptible de s'infecter. Dans de nombreux cas, ce n'est pas seulement l'obstruction qui entraîne la défaillance rénale, mais aussi l'infection de l'appareil urinaire qui s'y associe.

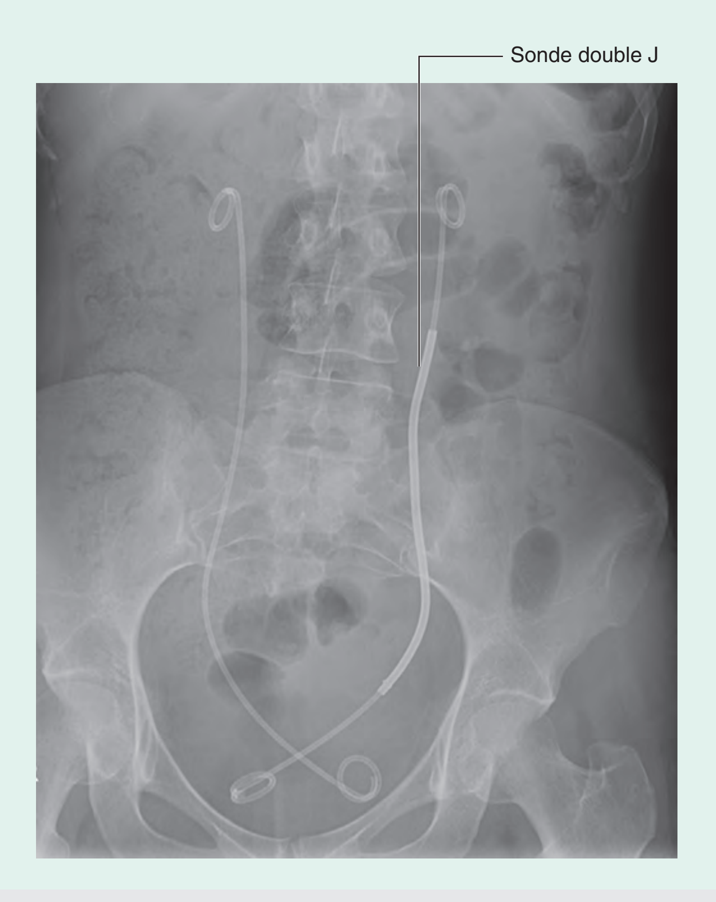


Figure 4.160 Cette radiographie, en vue antéropostérieure, montre une sonde double J. La partie supérieure de la sonde double J est située au sein du pelvis rénal. La sonde chemine dans l'uretère, et son extrémité distale se projette dans la vessie, ce qui correspond à la zone légèrement plus dense sur la radiographie.



En clinique

Greffe rénale

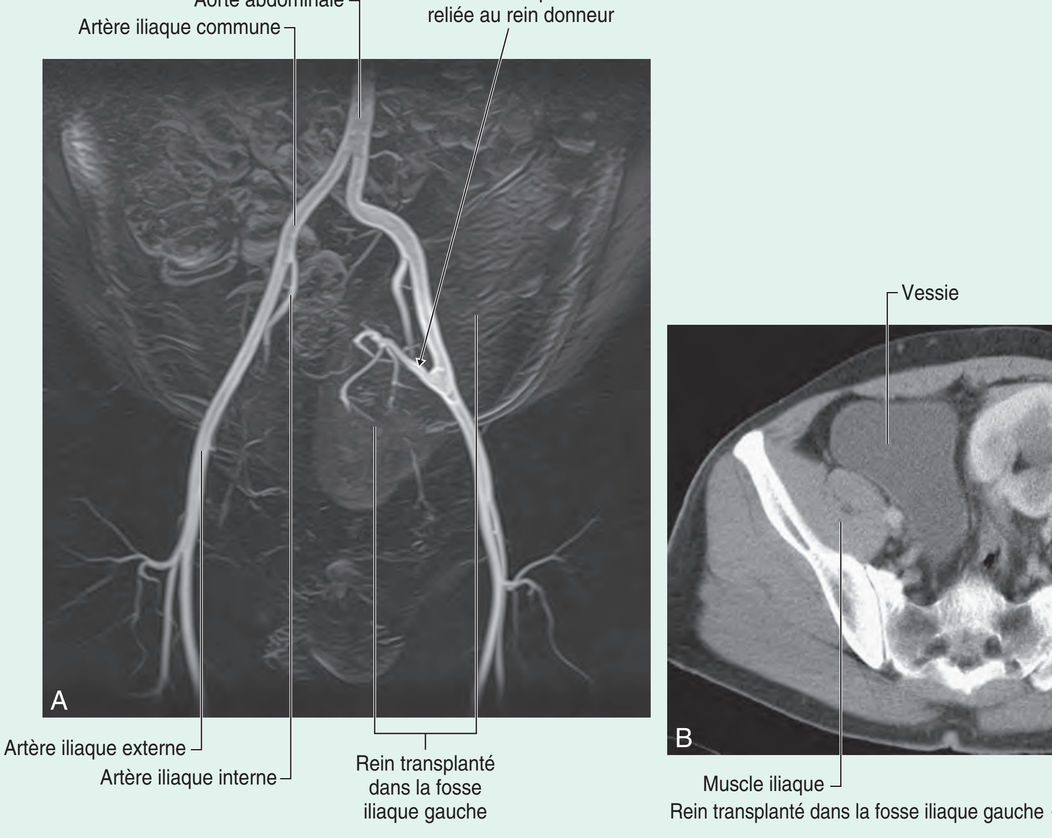
La transplantation rénale est maintenant une intervention fréquente, réalisée chez des patients présentant une insuffisance rénale terminale.

Les reins transplantés proviennent de donneurs vivants ou décédés. Les donneurs vivants sont soigneusement sélectionnés car prélever un rein chez un individu sain, même à l'ère de la médecine moderne, comporte un petit risque.

Les donneurs décédés sont en état de mort cérébrale ou décédés d'un accident cardiaque. Le rein du donneur est prélevé avec une petite collerette de tissu aortique et veineux. L'uretère est également prélevé.

La situation idéale pour le rein greffé est la fosse iliaque gauche ou droite (fig. 4.161). Une incision curviligne est menée, parallèle à la crête iliaque et la symphyse pubienne. Les muscles oblique externe, oblique interne et transverse sont incisés. Le chirurgien repère le péritoine pariétal mais ne pénètre pas la cavité péritonéale. Le péritoine pariétal est refoulé en dedans pour dégager l'artère et la veine iliaques externes et la vessie. Dans certains cas, l'artère iliaque du receveur est mobilisée et anastomosée directement en termino-terminale avec l'artère du rein greffé. De la même façon, la veine iliaque interne est anastomosée à la veine du donneur. En présence d'une petite collerette de tissu aortique, l'artère du donneur est anastomosée à l'artère iliaque externe du receveur ; il en est de même pour l'anastomose veineuse. L'uretère est facilement tunnélisé obliquement à travers la paroi vésicale avec une anastomose directe.

Les fosses iliaques gauche et droite sont des régions idéales pour la greffe rénale, car une nouvelle loge peut être créée sans compromettre d'autres structures. Le grand avantage de cette procédure est la proximité de la paroi abdominale antérieure, qui permet un contrôle échographique simple du rein et une évaluation Doppler des vaisseaux. En outre, dans cette situation, des biopsies peuvent être facilement réalisées. Enfin, l'abord extrapéritonéal permet aux patients de se rétablir plus facilement.



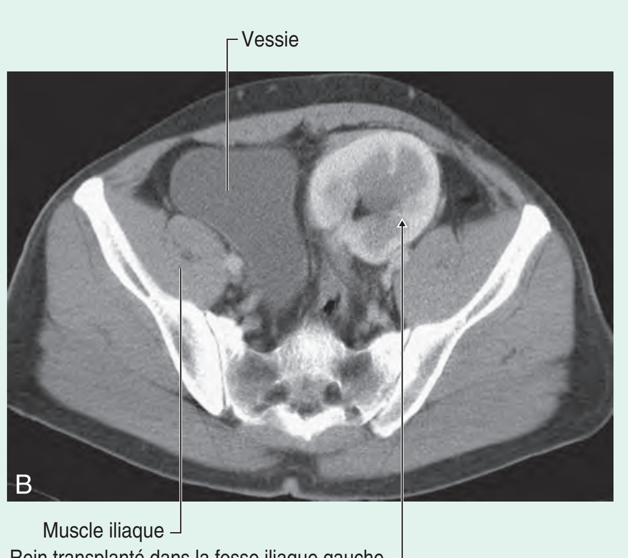


Figure 4.161 Greffe rénale. **A.** Cette image est une angiographie-IRM de la bifurcation de l'aorte. Sur l'artère iliaque externe gauche, on voit l'artère donneuse pour le rein qui a été transplanté dans la fosse iliaque gauche. **B.** Tomographie abdominale dans un plan axial montrant le rein transplanté dans la fosse iliaque gauche.

En clinique

Exploration de l'appareil urinaire

Après un interrogatoire approprié et un examen clinique du patient, incluant un toucher rectal chez l'homme pour vérifier la prostate, des examens complémentaires peuvent être demandés.

Cystoscopie

La cystoscopie est une technique qui permet la visualisation de la vessie et de l'urètre par un système optique associé à un tube flexible ou rigide (cystoscope). Les images sont vues sur écran, comme dans les autres techniques endoscopiques. Des biopsies, l'ablation d'un calcul, l'exérèse de corps étrangers de la vessie et la coagulation de saignements peuvent être réalisées au cours de la cystoscopie. La cystoscopie est utile pour établir les causes d'une hématurie macroscopique ou microscopique, pour évaluer des diverticules et des fistules vésicaux et urétraux, et aussi pour faire le bilan chez des patients présentant des troubles de la miction.

Urographie intraveineuse (UIV)

L'UIV est un examen radiologique important et fréquemment réalisé (fig. 4.162). On injecte au patient un produit de contraste iodé. La majorité des produits de contraste contiennent trois atomes d'iode autour d'un noyau benzène. Le nombre atomique relativement élevé de l'iode par rapport à celui du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène atténue le faisceau de rayonnement. Après une injection intraveineuse, le produit de contraste est principalement excrété par la filtration glomérulaire, bien qu'une partie de celui-ci soit sécrétée par les tubules rénaux. Cela permet de visualiser les systèmes collecteurs des reins ainsi que les uretères et la vessie.

Échographie

L'échographie peut être utilisée pour mesurer la taille des reins et la taille des calices, qui peuvent être dilatés en cas de syndrome obstructif.

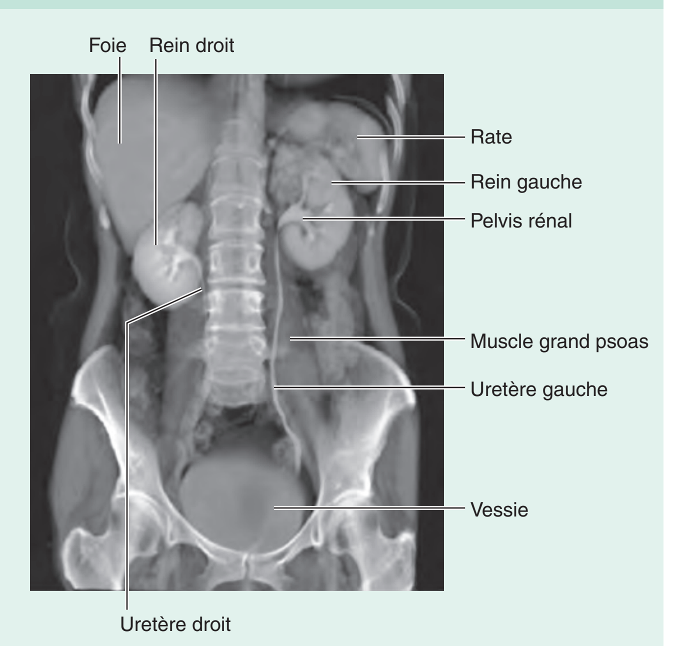


Figure 4.162 Vue coronale d'un urogramme 3D par tomographie numérisée multidétecteurs.

Les uretères sont difficilement visualisés en échographie, alors que la vessie l'est facilement lorsqu'elle est en réplétion. Des mesures du volume vésical peuvent être réalisées avant et après la miction.

Médecine nucléaire

La médecine nucléaire est un outil puissant d'investigation du tractus urinaire, car les radio-isotopes peuvent être utilisés pour estimer le nombre de cellules rénales et leur fonction, et pour évaluer les lésions cicatricielles du parenchyme rénal. Ces examens sont très utiles chez les enfants lorsque des lésions cicatricielles rénales ou une pathologie de reflux sont suspectées.

Glandes surrénales

Les glandes surrénales sont en rapport avec le pôle supérieur de chaque rein (fig. 4.163). Elles comportent une corticale périphérique et une médullaire interne. La surrénale droite a la forme d'une pyramide, alors que la surrénale gauche a une forme semilunaire et est plus volumineuse.

La face antérieure de la surrénale droite est en rapport avec le lobe droit du foie et la veine cave inférieure ; la face antérieure de la surrénale gauche est en rapport avec une partie de l'estomac, le pancréas et parfois la rate. Les faces postérieures des deux surrénales sont contre le diaphragme.

Les glandes surrénales sont entourées par la graisse périrénale. Elles sont contenues dans le fascia rénal, au sein duquel elles sont séparées du rein correspondant par un fin septum.

Figure 4.163 Vascularisation artérielle des glandes surrénales.

Vascularisation des surrénales

La vascularisation artérielle des glandes surrénales est multiple. Elle est assurée par trois sources principales (fig. 4.163) :

- lorsque les **artères phréniques inférieures** venues de l'aorte abdominale montent vers le diaphragme, elles donnent plusieurs branches pour les glandes surrénales (les **artères surrénales supérieures**) ;
- une branche moyenne (**artère surrénale moyenne**) pour les surrénales naît généralement directement de l'aorte abdominale ;
- des branches inférieures (**artères surrénales inférieures**) naissent des artères rénales puis se dirigent en haut jusqu'aux surrénales.

À l'inverse de cette vascularisation artérielle multiple, le drainage veineux est généralement assuré par une seule veine quittant le hile de chaque surrénale. La **veine surrénale droite** est courte et se jette directement dans la veine cave inférieure, alors que la **veine surrénale gauche** chemine pour rejoindre la veine rénale gauche.

Innervation suprarénale

La glande suprarénale est principalement innervée par des fibres sympathiques préganglionnaires issues des niveaux T8-L1 qui cheminent dans le tronc sympathique et le plexus prévertébral sans faire synapse. Ces fibres préganglionnaires innervent directement les cellules de la médullaire de la glande.

Vascularisation

Aorte abdominale

L'aorte abdominale débute au hiatus aortique du diaphragme, sur la ligne médiane en regard de la vertèbre TXII (fig. 4.164). Elle chemine ensuite vers le bas, en avant des corps vertébraux de LI à LIV, et se termine juste à gauche de la ligne médiane, en regard de la vertèbre LIV. À ce niveau, elle se divise en **artères iliaques communes droite** et **gauche**. Cette bifurcation se projette sur la paroi abdominale antérieure environ 2,5 cm sous l'ombilic, ou sur une ligne joignant les points les plus hauts des crêtes iliaques.

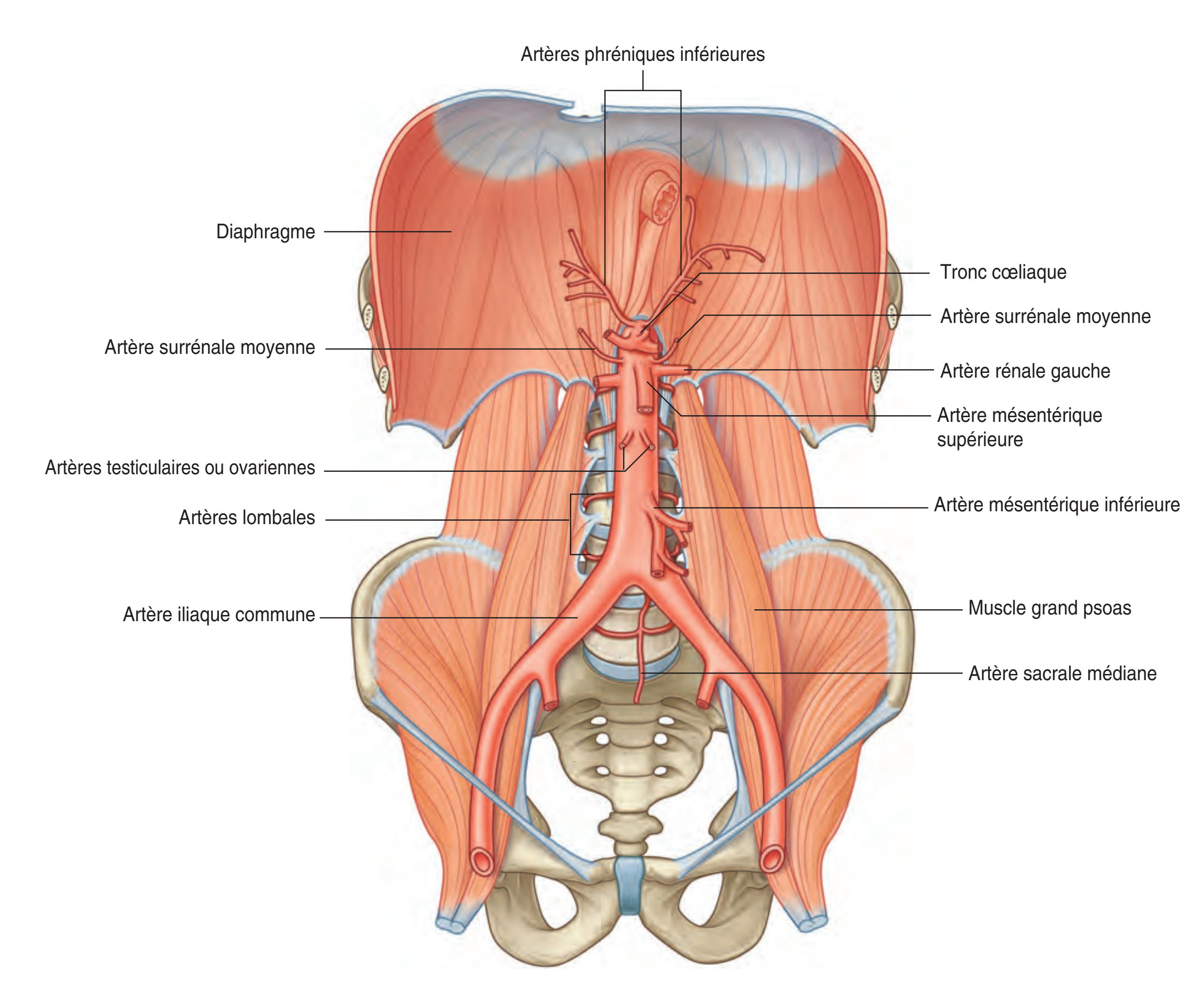


Figure 4.164 Aorte abdominale.



Lorsque l'aorte abdominale chemine dans la région postérieure de l'abdomen, elle est recouverte sur sa face antérieure par les ganglions et les nerfs du plexus prévertébral. Elle est aussi en rapport avec de nombreuses autres structures :

- en avant, alors qu'elle chemine vers le bas, l'aorte abdominale est en rapport avec le pancréas et la veine splénique, la veine rénale gauche, et la partie inférieure du duodénum ;
- en arrière, elle est en rapport avec plusieurs veines lombales, qui rejoignent la veine cave inférieure ;
- sur sa face droite, l'aorte abdominale est en rapport avec la citerne de chyle, le conduit thoracique, la veine azygos, le pilier droit du diaphragme et la veine cave inférieure ;
- sur sa face gauche, elle est en rapport avec le pilier gauche du diaphragme.

Les branches de l'aorte abdominale (tableau 4.3) peuvent être classées en :

- branches viscérales vascularisant les organes ;
- branches postérieures vascularisant le diaphragme et la paroi ;
- branches terminales.

Branches viscérales

Les branches viscérales sont soit des vaisseaux impairs soit des vaisseaux pairs.

Trois branches viscérales impaires naissent de la face antérieure de l'aorte abdominale (fig. 4.164) ; ce sont :

- le tronc cœliaque, qui vascularise l'intestin antérieur ;
- l'artère mésentérique supérieure, qui vascularise l'intestin moyen ;
- l'artère mésentérique inférieure, qui vascularise l'intestin postérieur.

Les branches viscérales paires de l'aorte abdominale (fig. 4.164) sont :

- les **artères surrénales moyennes** – qui sont de petites branches latérales de l'aorte abdominale naissant juste au-dessus des artères rénales et qui participent à la vascularisation des glandes surrénales ;
- les **artères rénales** – qui sont des branches latérales de l'aorte abdominale naissant immédiatement sous l'origine de l'artère mésentérique supérieure entre les vertèbres LI et LII et qui assurent la vascularisation des reins ;
- les **artères testiculaires** ou **ovariques** – qui sont des branches antérieures de l'aorte abdominale naissant sous l'origine des artères rénales, et qui se dirigent en bas et en dehors à la face antérieure du muscle grand psoas.

Branches postérieures

Les branches postérieures de l'aorte abdominale vascularisent le diaphragme et la paroi du tronc. Ce sont les artères phréniques, les artères lombales et l'artère sacrale médiane (fig. 4.164).

Artères phréniques inférieures

Les **artères phréniques inférieures** naissent immédiatement en dessous du hiatus aortique du diaphragme, soit directement de l'aorte abdominale, soit d'un tronc commun issu de l'aorte abdominale, soit de l'origine du tronc cœliaque (fig. 4.164). Quelle que soit leur origine, elles se dirigent vers le haut, donnent des branches pour les glandes surrénales et gagnent la face inférieure du diaphragme.

Tableau 4.3 Branches de l'aorte abdominale.

Artère	Branche	Origine	Région
Tronc cœliaque	Antérieure	Immédiatement en dessous du hiatus aortique du diaphragme	Intestin antérieur
Artère mésentérique supérieure	Antérieure	Immédiatement en dessous du tronc cœliaque	Intestin moyen
Artère mésentérique inférieure	Antérieure	En dessous des artères rénales	Intestin postérieur
Artères surrénales moyennes	Latérales	Immédiatement au-dessus des artères rénales	Glandes surrénales
Artères rénales	Latérales	Immédiatement en dessous de l'artère mésentérique supérieure	Reins
Artères testiculaires ou ovariennes	Paires, antérieures	En dessous des artères rénales	Testicules chez l'homme, ovaires chez la femme
Artères phréniques inférieures	Latérales	Immédiatement en dessous du hiatus aortique	Diaphragme
Artères lombales	Postérieures	Généralement quatre paires	Paroi abdominale postérieure et moelle spinale
Artère sacrale médiane	Postérieure	Juste au-dessus de la bifurcation aortique, elle se dirige en bas, en avant des vertèbres lombales, du sacrum et du coccyx	
Artères iliaques communes	Terminales	La bifurcation aortique se situe habituellement à la hauteur de la vertèbre LIV	

Artères lombales

Les **artères lombales** sont généralement au nombre de quatre. Elles naissent de la face postérieure de l'aorte abdominale (fig. 4.164). Elles se dirigent en dehors et en arrière, croisant le corps des vertèbres lombales, puis cheminent latéralement, passant en arrière des troncs sympathiques entre les processus transverses des vertèbres lombales adjacentes, et gagnent la paroi abdominale. À ce niveau, les artères lombales présentent un réseau de distribution vasculaire similaire à celui des artères intercostales postérieures, qui comprend des branches segmentaires pour la moelle spinale.

Artère sacrale médiane

L'**artère sacrale médiane** est la dernière branche postérieure de l'aorte abdominale (fig. 4.164). Elle naît de la face postérieure de l'aorte abdominale juste au-dessus de la bifurcation aortique, puis se dirige vers le bas, d'abord en avant des dernières vertèbres lombales, puis en avant du sacrum et du coccyx.

En clinique

Endoprothèse de l'aorte abdominale

L'anévrisme de l'aorte abdominale est une dilatation de l'aorte, principalement retrouvée en position infrarénale (au niveau ou en dessous des artères rénales). Lorsque l'aorte augmente de taille, le risque de rupture augmente, et il est maintenant généralement admis que lorsque l'anévrisme atteint 5,5 cm ou plus, une intervention est bénéfique pour le patient.

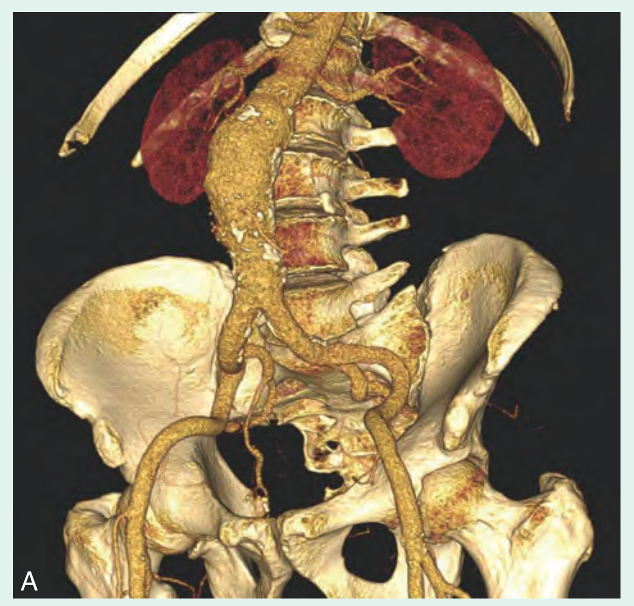
Avec une population vieillissante, le nombre d'anévrismes de l'aorte abdominale est en augmentation. En outre, avec l'utilisation croissante de techniques d'imagerie, un certain nombre d'anévrismes sont diagnostiqués chez des patients asymptomatiques.

Durant de nombreuses années, le traitement standard de réparation de ce type d'anévrisme était la chirurgie à ciel ouvert, ce qui impliquait une longue cicatrice xiphopubienne et la dissection de l'anévrisme. L'anévrisme était excisé et une prothèse tubulaire était cousue à sa place. Le rétablissement du patient prenait plusieurs jours, voire plusieurs semaines, et la plupart des patients étaient en unité de soins intensifs après l'intervention.

Des développements et des techniques récentes ont conduit à un nouveau type de procédure pour traiter les anévrismes de l'aorte abdominale : l'endoprothèse aortique (fig. 4.165).

La technique consiste à disséquer chirurgicalement l'artère fémorale sous le ligament inguinal. Une petite incision est pratiquée sur l'artère fémorale et une prothèse préchargée avec une structure métallique comprimée est introduite à travers un gros cathéter dans l'artère fémorale vers l'aorte abdominale. Sous contrôle scopique, la prothèse est ouverte, tapissant ainsi l'intérieur de l'aorte. Des extensions s'étendant aux vaisseaux iliaques communs peuvent être jointes à la prothèse. Ce type de prothèse bifurquée exclut efficacement l'anévrisme de l'aorte abdominale.

Ce type de dispositif n'est pas utilisable chez tous les patients. Les patients qui reçoivent ce type de matériel n'ont habituellement pas besoin d'aller en unité de soins intensifs. Beaucoup d'entre eux quittent l'hôpital dans les 24 à 48 heures. Surtout, cette procédure peut être utilisée chez des patients pour lesquels une chirurgie à ciel ouvert serait contre-indiquée.



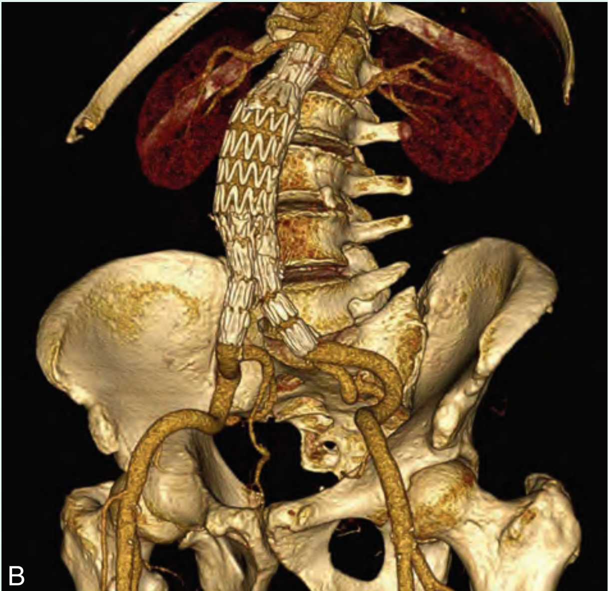


Figure 4.165 Reconstruction volumique utilisant une tomographie multidirectionnelle d'un patient avec un anévrisme de l'aorte abdominale infrarénal avant (**A**) et après (**B**) réparation endovasculaire de l'anévrisme. Noter que l'image ne montre que le contraste endoluminal et non la totalité du vaisseau. Les images blanches au sein de l'aorte (A) correspondent à des calcifications intramurales.

Veine cave inférieure

La veine cave inférieure ramène le sang de toutes les structures situées sous le diaphragme vers l'atrium droit du cœur. Elle est formée par la réunion des deux veines iliaques communes, en regard de la vertèbre LV, juste à droite de la ligne médiane. Elle a une direction ascendante dans la région abdominale postérieure, en avant de la colonne vertébrale, immédiatement à droite de l'aorte abdominale (fig. 4.166), se poursuit vers le haut et quitte l'abdomen en perçant le tendon central du diaphragme au niveau de la vertèbre TVIII.

Durant son trajet, la face antérieure de la veine cave inférieure est croisée par l'artère iliaque commune droite, l'origine du mésentère, l'artère testiculaire ou ovarienne droite, la partie inférieure du duodénum, la tête du pancréas, la partie supérieure du duodénum, le conduit cholédoque la veine porte et le foie, qui recouvre et parfois entoure la veine cave (fig. 4.166).

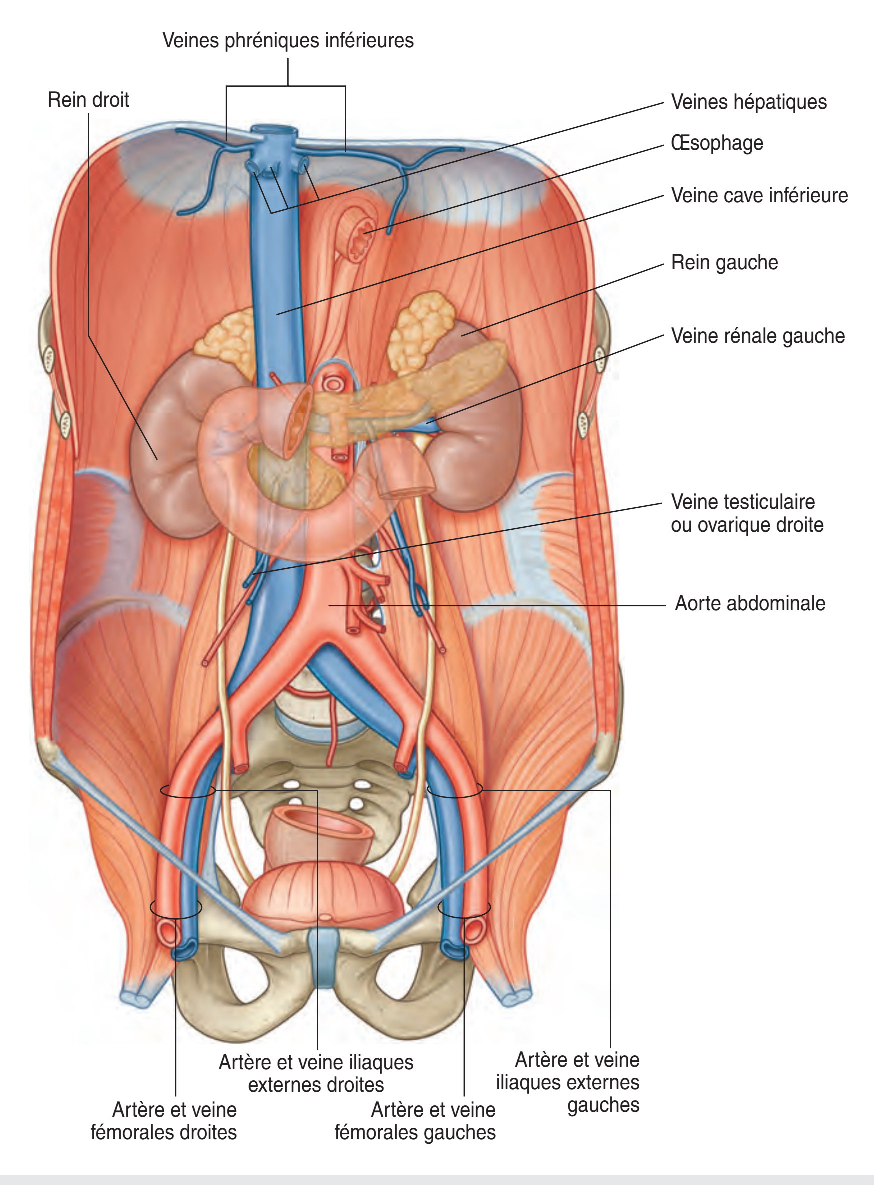


Figure 4.166 Veine cave inférieure.

Au cours de son trajet, la veine cave inférieure reçoit plusieurs branches :

- les veines iliaques communes ;
- les veines lombales ;
- la veine testiculaire ou ovarienne droite ;
- les veines rénales ;
- la veine surrénale droite ;
- les veines phréniques inférieures ;
- les veines hépatiques.

Elle ne reçoit aucune branche de la partie abdominale du tractus gastro-intestinal, de la rate, du pancréas ou de la vésicule biliaire, car les veines de ces structures forment le système veineux porte, qui traverse le foie.

Des différentes branches veineuses citées plus haut, les **veines lombales** sont uniques dans leurs connexions et requièrent une attention particulière. Toutes les veines lombales ne se drainent pas dans la veine cave inférieure (fig. 4.167) :

- la cinquième veine lombale se draine habituellement dans la **veine iliolombale**, branche de la veine iliaque commune ;
- les troisième et quatrième veines lombales se drainent généralement dans la veine cave inférieure ;
- les première et deuxième veines lombales se jettent dans les veines lombales ascendantes.

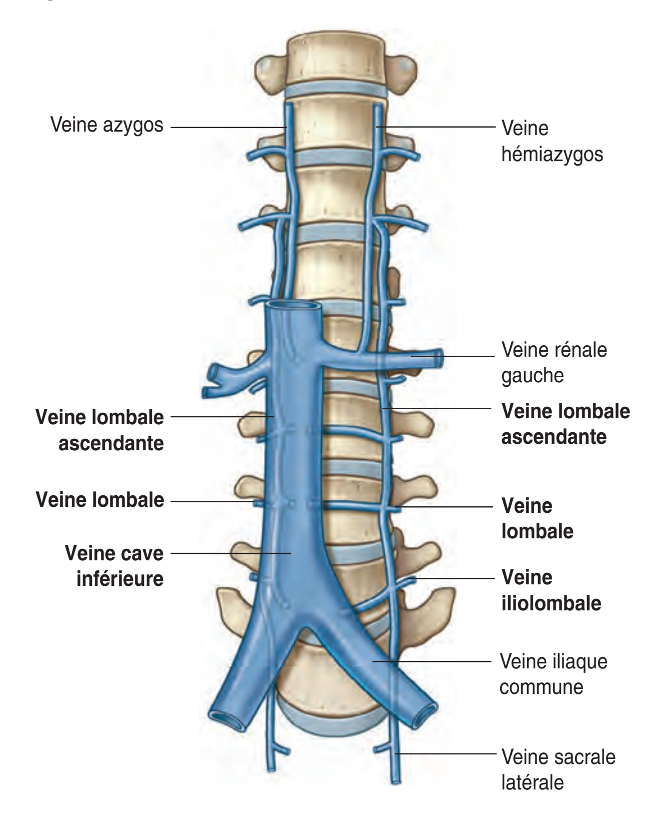


Figure 4.167 Veines lombales.

Les **veines lombales ascendantes** sont de longues veines qui relient les veines iliaques communes, iliolombales et lombales avec les veines azygos et hémiazygos du thorax (fig. 4.167).

Si la veine cave inférieure est bouchée, les veines lombales ascendantes deviennent d'importantes collatérales entre les parties inférieure et supérieure du corps.

En clinique

Filtre de la veine cave inférieure

La thrombose veineuse profonde est une affection potentiellement mortelle où un caillot (thrombus) se forme dans le système veineux profond des membres inférieurs ou les veines du pelvis. Virchow a décrit les raisons pour lesquelles un tel caillot se constitue, comme la diminution du flux sanguin, des anomalies constitutionnelles du sang et des anomalies de la paroi vasculaire. Les facteurs prédisposants habituels sont l'hospitalisation et la chirurgie, la pilule contraceptive, le tabagisme et les voyages aériens. D'autres facteurs incluent les anomalies de la coagulation (comme les déficits en protéines S ou C).

Le diagnostic de thrombose veineuse profonde peut être difficile à établir, avec des symptômes comme un œdème de la jambe, et une douleur ou une gêne du mollet. Elle peut également être de découverte fortuite.

En pratique, les patients chez lesquels une thrombose veineuse profonde est suspectée ont un dosage sanguin de D-dimères, qui mesure le niveau des produits de dégradation de la fibrine. S'il est positif, il y a une forte probabilité de thrombose veineuse profonde.

Les conséquences d'une thrombose veineuse profonde sont de deux ordres. Parfois, le caillot se déloge et passe du système veineux à travers le cœur droit vers les artères pulmonaires principales. Si le caillot est de grande taille, il peut obstruer le flux sanguin vers les poumons et provoquer une mort instantanée. Les autres complications comprennent la destruction du système valvulaire normal des jambes, ce qui entraîne une incompétence veineuse et un œdème chronique des membres inférieurs, avec des ulcères.

Le traitement de la thrombose veineuse profonde est avant tout préventif. Afin d'éviter cette thrombose, les patients doivent être « optimisés » en éliminant tous les facteurs de risque potentiels. Une héparinothérapie sous-cutanée peut être utilisée, ainsi que le port de bas de contention pour limiter la stase veineuse lors des hospitalisations.

Dans certaines situations, il n'est pas possible d'optimiser le patient avec un traitement prophylactique, et il peut être nécessaire de mettre en place un filtre dans la veine cave inférieure afin qu'il stoppe les gros caillots. Il peut être enlevé lorsque la période de risque a pris fin.



Système lymphatique

Le drainage lymphatique de la plupart des structures profondes et des régions situées sous le diaphragme converge principalement vers les nœuds et vaisseaux lymphatiques associés aux principaux vaisseaux sanguins de la région postérieure de l'abdomen (fig. 4.168). La lymphe se draine ensuite pour l'essentiel vers le conduit thoracique. Les principaux canaux lymphatiques qui drainent les différentes régions du corps dans son ensemble sont résumés sur le tableau 4.4 (voir aussi le paragraphe « Système lymphatique » au chapitre 1, au sujet des lymphatiques en général).

Nœuds préaortiques et latéraux aortiques ou nœuds lombaux (para-aortiques)

Près de la bifurcation aortique, l'ensemble des lymphatiques associés aux artères et aux veines iliaques communes, et les groupes de nœuds et vaisseaux lymphatiques associés à l'aorte et à la veine cave inférieure se dirigent vers le haut.

Figure 4.168 Lymphatiques abdominaux.

Tableau 4.4 Drainage lymphatique.

Vaisseaux lymphatiques	**Région drainée**
Tronc jugulaire droit	Côté droit de la tête et du cou
Tronc jugulaire gauche	Côté gauche de la tête et du cou
Tronc subclavier droit	Membre supérieur droit, régions superficielles de la paroi thoracique et abdominale supérieure
Tronc subclavier gauche	Membre supérieur gauche, régions superficielles de la paroi thoracique et abdominale supérieure
Tronc bronchomédiastinal droit	Poumon et bronches droites, structures médiastinales, paroi thoracique
Tronc bronchomédiastinal gauche	Poumon et bronches gauches, structures médiastinales, paroi thoracique
Conduit thoracique	Membres inférieurs, parois et viscères abdominaux, parois et viscères pelviens, paroi thoracique

Ces ensembles peuvent être divisés en **nœuds préaortiques**, en avant de l'aorte, et en **nœuds aortiques latéraux droits** et **gauches**, ou **nœuds lombaux** (**para-aortiques**), situés de chaque côté de l'aorte abdominale (fig. 4.168).

Lorsque ces ensembles lymphatiques traversent la région postérieure de l'abdomen, ils continuent à collecter la lymphe de nombreuses structures. Les nœuds lymphatiques latéraux aortiques ou lombaux (para-aortiques) reçoivent les lymphatiques de la paroi du corps, des reins, des glandes surrénales et des testicules ou des ovaires.

Les nœuds préaortiques sont regroupés autour des trois branches antérieures de l'aorte abdominale qui vascularisent le tractus gastro-intestinal, la rate, le pancréas, la vésicule biliaire et le foie. Ils sont divisés en nœuds cœliaques, mésentériques supérieurs et inférieurs, et reçoivent la lymphe des organes vascularisés par les artères de même nom.

Finalement, les nœuds latéraux aortiques ou lombaux forment les troncs lombaux droit et gauche, alors que les nœuds préaortiques forment le tronc intestinal (fig. 4.168). Ces troncs se rejoignent et forment une dilatation sacculaire (la citerne du chyle). Cette réunion des troncs lymphatiques est située en arrière du bord droit de l'aorte abdominale, et en avant des corps des vertèbres LI et LII. Elle marque le début du conduit thoracique.

En clinique

Chirurgie des nœuds lymphatiques rétropéritonéaux

D'un point de vue clinique, les nœuds lymphatiques rétropéritonéaux sont disposés en deux groupes. Le groupe des nœuds lymphatiques préaortiques draine la lymphe issue des structures embryologiques médianes, comme le foie, l'intestin et le pancréas. Le groupe des nœuds lymphatiques para-aortiques (nœuds latéraux aortiques ou lombaux), situés de chaque côté de l'aorte, draine la lymphe issue des structures bilatérales comme les reins et les glandes surrénales. Les organes dérivés embryologiquement de la paroi abdominale postérieure se drainent également au niveau lymphatique vers ces nœuds. Ces organes comprennent les ovaires et les testicules (en effet, la lymphe des testicules ne se draine pas au niveau inguinal).

En général, le drainage lymphatique suit des voies connues ; cependant, dans le cas de certaines pathologies, d'autres voies de drainage lymphatique peuvent apparaître.

Il existe un certain nombre de causes à l'augmentation de volume des nœuds lymphatiques rétropéritonéaux. Chez l'adulte, l'hypertrophie importante de ces nœuds est caractéristique d'un lymphome ; une hypertrophie plus modérée est observée en présence d'une infection ou de métastases de pathologies malignes (comme le cancer colique).

Le traitement des pathologies lymphatiques malignes est fondé sur un certain nombre de facteurs, et notamment le site de la tumeur primitive (par exemple l'intestin) et son type histologique. Habituellement, la tumeur primitive est enlevée chirurgicalement, et les nœuds lymphatiques métastatiques et les métastases viscérales (par exemple au foie et au poumon) sont souvent traités par chimiothérapie et radiothérapie.

Dans certains cas, il peut être utile de réaliser l'exérèse des nœuds lymphatiques au sein du rétropéritoine (comme dans le cancer des testicules).

L'abord chirurgical pour la résection des nœuds lymphatiques rétropéritonéaux implique une incision latérale paramédiale sur la ligne médioclaviculaire. Les trois feuillets de la paroi abdominale antérolatérale (muscles oblique externe, oblique interne et transverse de l'abdomen) sont incisés et le fascia transversalis est ouvert. La structure suivante vue par le chirurgien est le péritoine pariétal. Au lieu d'ouvrir le péritoine pariétal, comme cela est fait dans la plupart des interventions intra-abdominales, le chirurgien refoule doucement ce péritoine pariétal vers la ligne médiane, ce qui déplace les organes intra-abdominaux et permet d'avoir une meilleure vue des structures rétropéritonéales. À gauche, le groupe des nœuds lymphatiques para-aortiques est facilement visualisé, avec une bonne exposition de l'aorte abdominale et des reins. À droite, la veine cave inférieure est vue et doit être repoussée pour accéder à la chaîne des nœuds lymphatiques para-aortique droite.

La procédure de dissection des nœuds lymphatiques rétropéritonéaux est extrêmement bien supportée et n'a pas les conséquences d'une ouverture de la cavité péritonéale (comme l'iléus paralytique). Malheureusement, la réalisation d'une incision verticale sur la ligne médioclaviculaire interrompt l'innervation segmentaire des muscles droits de l'abdomen. Cela a pour conséquence une atrophie musculaire et un aspect asymétrique de la paroi abdominale antérieure.

Système nerveux de la région postérieure de l'abdomen

Plusieurs éléments importants du système nerveux sont situés dans la région postérieure de l'abdomen. Ce sont les troncs sympathiques et les nerfs splanchniques associés, les plexus nerveux et ganglionnaires associés à l'aorte abdominale, et le plexus nerveux lombal.

Troncs sympathiques et nerfs splanchniques

Les troncs sympathiques cheminent dans la région postérieure de l'abdomen en avant et en dehors des corps vertébraux lombaux, avant de se poursuivre sur le promontoire sacral et dans la cavité pelvienne (fig. 4.169). Sur leur trajet, on remarque de petites zones surélevées. Elles correspondent à des ensembles de corps cellulaires neuronaux – principalement des corps cellulaires neuronaux postganglionnaires – qui sont situés en dehors du système nerveux central. Ce sont les ganglions sympathiques paravertébraux. Il y a habituellement quatre ganglions le long des troncs sympathiques au sein de la région abdominale postérieure.

Les nerfs splanchniques lombaux sont également associés aux troncs sympathiques dans la région postérieure de l'abdomen (fig. 4.169). Ces éléments du système nerveux vont des troncs sympathiques aux plexus nerveux et ganglionnaires associés à l'aorte abdominale. Généralement, deux à quatre nerfs splanchniques lombaux acheminent les fibres préganglionnaires sympathiques et les fibres viscérales afférentes.

Figure 4.169 Troncs sympathiques de la région abdominale postérieure.

Plexus et ganglions prévertébraux abdominaux

Le plexus abdominal prévertébral est un réseau de fibres nerveuses entourant l'aorte abdominale. Il s'étend du hiatus aortique du diaphragme à la bifurcation de l'aorte en artères iliaques communes droite et gauche. Sur son trajet, il se subdivise en plexus plus petits (fig. 4.170) :

- le **plexus cœliaque** est le premier ensemble de fibres nerveuses ; il débute au diaphragme et se poursuit vers le bas – cette subdivision comprend les fibres nerveuses associées à l'origine du tronc cœliaque et de l'artère mésentérique supérieure ;
- le **plexus aortique abdominal** s'étend plus bas, de l'artère mésentérique supérieure à la bifurcation aortique (fig. 4.170) ;
- le **plexus hypogastrique supérieur** prolonge vers le bas le plexus abdominal prévertébral, au niveau de la bifurcation de l'aorte abdominale.

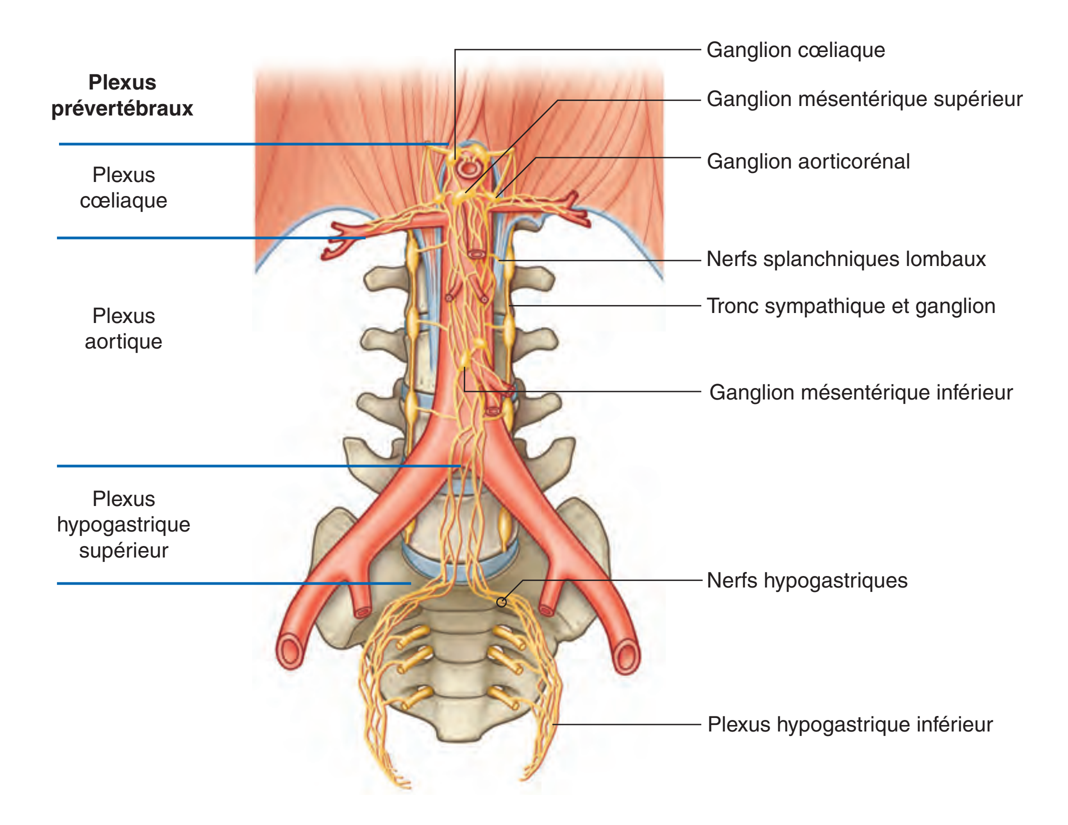


Figure 4.170 Plexus prévertébraux et ganglions de la région postérieure de l'abdomen.



Tout au long de son trajet, le plexus abdominal prévertébral sert de conduit pour :

- les fibres préganglionnaires sympathiques et les fibres viscérales afférentes provenant des nerfs splanchniques thoraciques et lombaux ;
- les fibres préganglionnaires parasympathiques et les fibres viscérales afférentes provenant du nerf vague ;
- les fibres préganglionnaires parasympathiques des nerfs splanchniques pelviens (fig. 4.171).

Des agglomérats de tissu nerveux (les **ganglions prévertébraux**) sont associés au plexus abdominal prévertébral ; ce sont des ensembles de corps cellulaires neuronaux postganglionnaires sympathiques organisés en groupes identifiables le long du plexus abdominal prévertébral. Ils sont habituellement nommés d'après la branche aortique la plus proche. Ils sont ainsi appelés **ganglions cœliaque, mésentérique supérieur, aorticorénal** et **mésentérique inférieur** (fig. 4.172). Ces structures, situées le long du plexus prévertébral abdominal, jouent un rôle important dans l'innervation des viscères abdominaux.

Les sites habituels de projection des douleurs des viscères abdominaux et du cœur sont décrits dans le tableau 4.5.

Figure 4.171 Fibres nerveuses cheminant à travers le plexus abdominal prévertébral et ses ganglions.

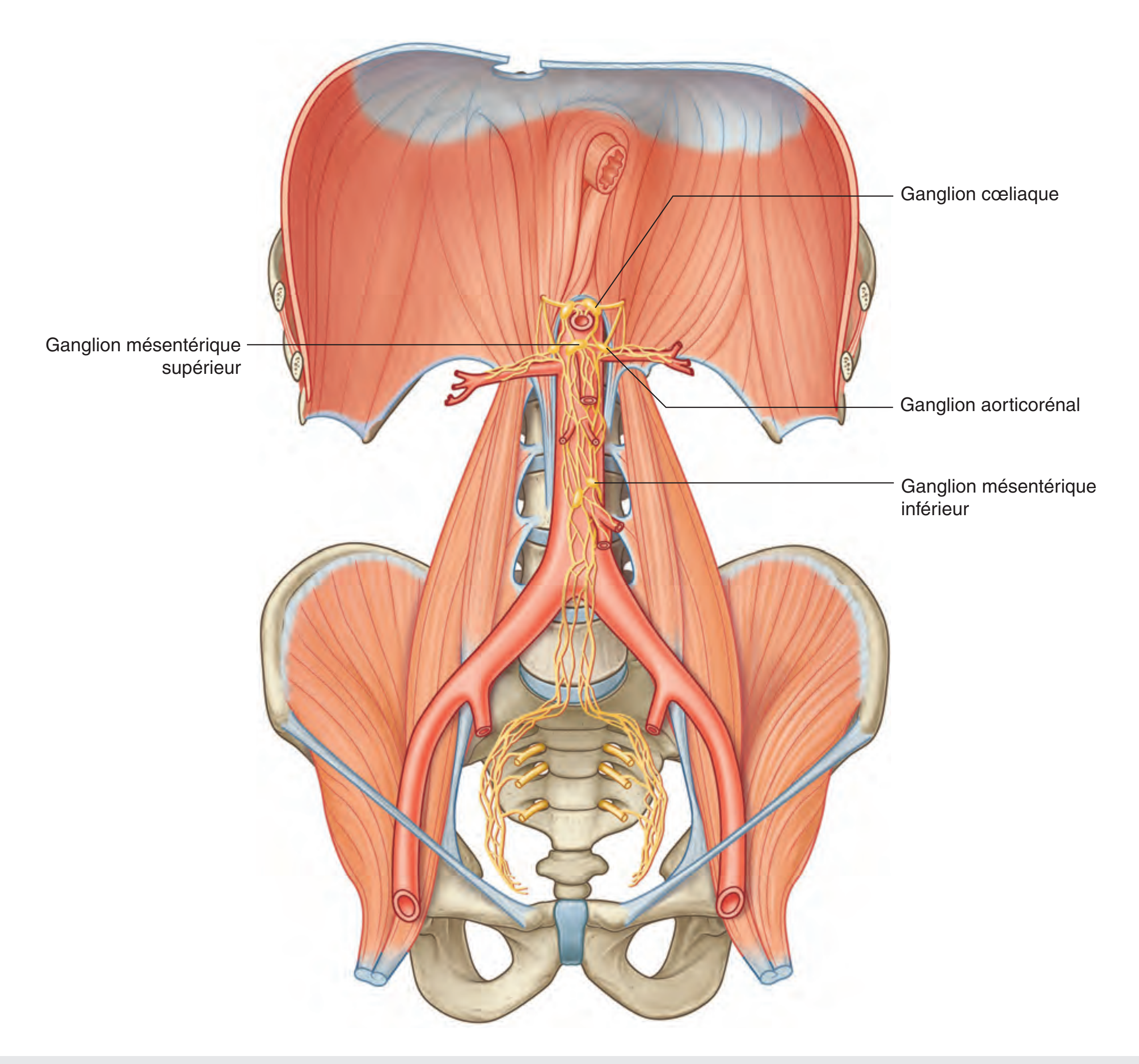


Figure 4.172 Ganglions prévertébraux associés au plexus prévertébral.

Tableau 4.5 Voies de douleurs projetées (viscérales afférentes).

Organe	Voie afférente	Niveau médullaire	Aire de projection
Cœur	Nerfs splanchniques thoraciques	T1 à T4	Partie supérieure du thorax et face interne du bras
Intestin antérieur (organes vascularisés par le tronc cœliaque)	Nerf grand splanchnique	T5 à T9 (ou T10)	Partie inférieure du thorax et région épigastrique
Intestin moyen (organes vascularisés par l'artère mésentérique supérieure)	Nerf petit splanchnique	T9, T10 (ou T10, T11)	Région ombilicale
Reins et partie supérieure de l'uretère	Nerf splanchnique imus (inférieur)	T12	Flancs (régions latérales)
Intestin postérieur (organes vascularisés par l'artère mésentérique inférieure) et partie inférieure de l'uretère	Nerfs splanchniques lombaux	L1, L2	Région pubienne, parties antérieure et latérale des cuisses et aines



Plexus lombal

Le plexus lombal est constitué par les rameaux antérieurs des nerfs L1 à L3, et la majorité du rameau antérieur de L4 (fig. 4.173 et tableau 4.6). Il reçoit également une contribution du nerf T12 (subcostal).

Les rameaux du plexus lombal sont les nerfs iliohypogastrique, ilio-inguinal, génitofémoral, cutané latéral de la cuisse, fémoral et obturateur. Le plexus lombal se forme au sein du muscle grand psoas, en avant de son insertion sur les processus transverses des vertèbres lombales (fig. 4.174). Ainsi, relativement au muscle grand psoas, les différents rameaux émergent soit :

- en avant – nerf génitofémoral ;
- en dedans – nerf obturateur ;
- en dehors – nerfs iliohypogastrique, ilio-inguinal et fémoral, et nerf latéral cutané de la cuisse.

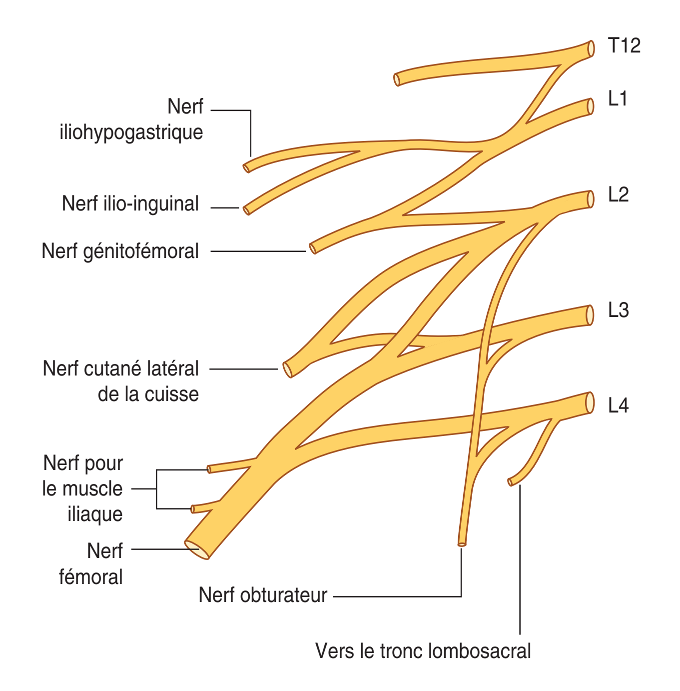


Figure 4.173 Plexus lombal.

Nerfs iliohypogastrique et ilio-inguinal (L1)

Les nerfs iliohypogastrique et ilio-inguinal naissent d'un tronc unique du rameau antérieur de L1 (fig. 4.173). Ce tronc unique se divise en nerfs iliohypogastrique et ilio-inguinal soit avant, soit juste après leur émergence du bord latéral du muscle grand psoas.

Tableau 4.6 Rameaux du plexus lombal.

Rameau	Origine	Niveau spinal	Innervation motrice	Innervation sensitive
Iliohypogastrique	Rameau antérieur de L1	L1	Transverse abdominal et oblique interne	Peau de la région glutéale postérolatérale et de la région pubienne
Ilio-inguinal	Rameau antérieur de L1	L1	Transverse abdominal et oblique interne	Peau de la partie supéromédiale de la cuisse, et peau soit de la racine du pénis et du scrotum antérieur, soit du mont du pubis et de la grande lèvre
Génitofémoral	Rameaux antérieurs L1 et L2	L1, L2	Rameau génital – muscle crémaster chez l'homme	Rameau génital – peau du scrotum antérieur ou du mont du pubis et de la grande lèvre ; rameau fémoral – peau de la région antérosupérieure de la cuisse
Cutané latéral de la cuisse	Rameaux antérieurs L2 et L3	L2, L3		Peau de la partie antérolatérale de la cuisse jusqu'au genou
Obturateur	Rameaux antérieurs L2 à L4	L2 à L4	Obturateur externe, pectiné et muscles du compartiment médial de la cuisse	Peau de la partie médiale de la cuisse
Fémoral	Rameaux antérieurs L2 à L4	L2 à L4	Iliaque, psoas, pectiné et muscles du compartiment antérieur de la cuisse	Peau de la partie antérieure de la cuisse et de la face interne du genou

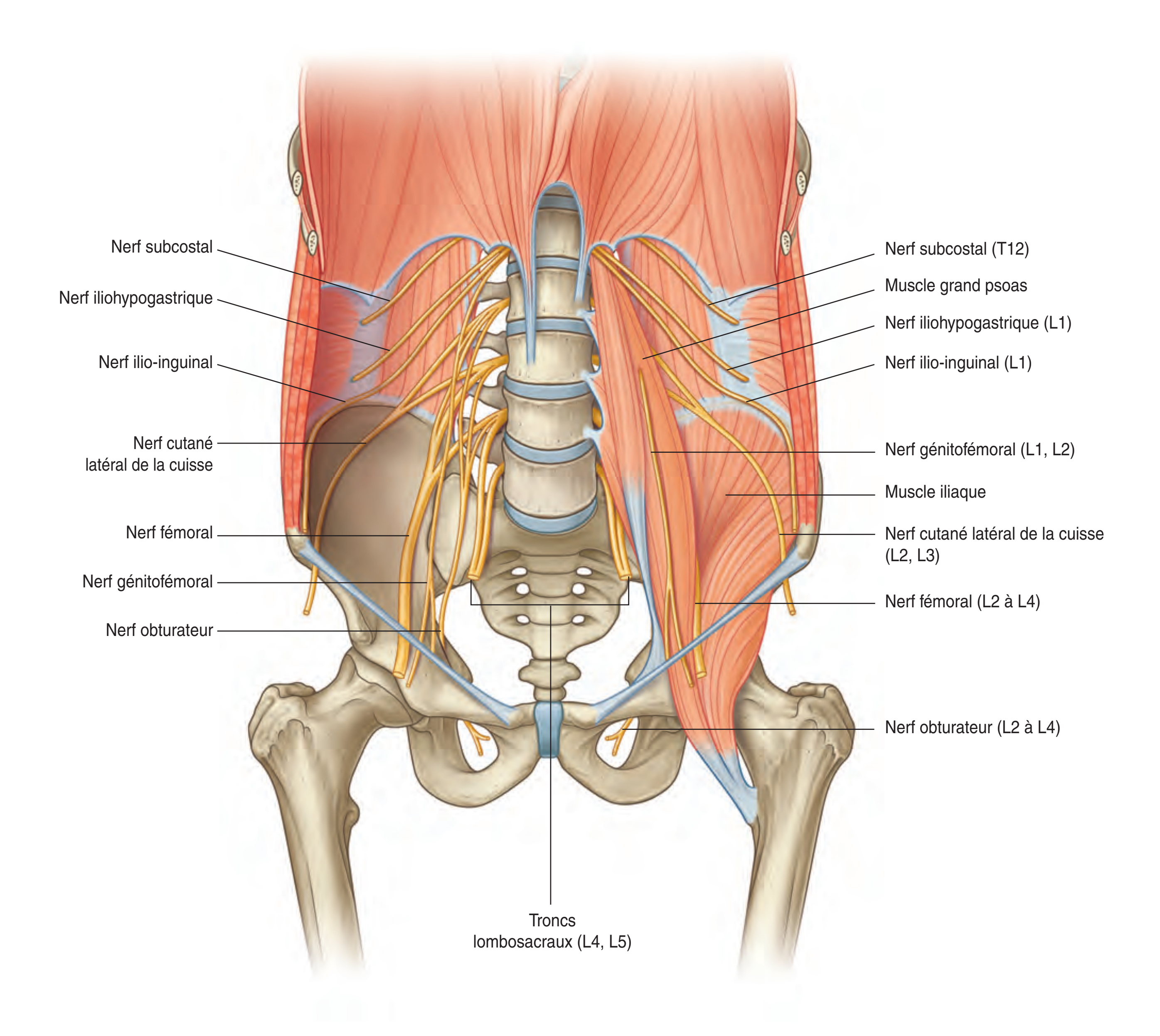


Figure 4.174 Plexus lombal dans la région abdominale postérieure.



Nerf iliohypogastrique

Le **nerf iliohypogastrique** passe en avant du muscle carré des lombes et en arrière du rein. Il perfore le muscle transverse abdominal et se poursuit en avant entre les muscles transverse abdominal et oblique interne. Au-dessus de la crête iliaque, un rameau **cutané latéral** perfore les muscles obliques interne et externe pour innerver la peau de la région glutéale postéro-latérale (fig. 4.175).

Le reste du nerf iliohypogastrique (le **rameau cutané antérieur**) se dirige en avant, perforant le muscle oblique interne, juste en dedans de l'épine iliaque antérosupérieure, puis prend une direction oblique en bas et en dedans. Après avoir perforé l'aponévrose de l'oblique externe au-dessus de l'anneau inguinal superficiel, il devient superficiel et se distribue à la peau de la région pubienne (fig. 4.175). Au cours de son trajet, il donne également des rameaux pour les muscles abdominaux.

Nerf ilio-inguinal

Le **nerf ilio-inguinal** est plus petit que le nerf iliohypogastrique, et il est situé plus bas que ce dernier au niveau du

T10
T11
T12
L1
T12
Nerf génitofémoral (L1, L2)
Nerf ilio-inguinal (L1)
Nerf cutané latéral de la cuisse (L2, L3)
Nerf obturateur (L2 à L4)
Nerf fémoral (L2 à L4)
T10
T11
T12
Rameau cutané latéral du nerf iliohypogastrique (L1)
Rameau cutané antérieur du nerf iliohypogastrique (L1)
Nerf ilio-inguinal (L1)
Rameau fémoral du nerf génitofémoral (L1, L2)
Nerf cutané latéral de la cuisse (L2, L3)
Rameau cutané du nerf obturateur (L2 à L4)
Rameau cutané moyen du nerf fémoral
Rameau cutané médial du nerf fémoral
Nerf saphène, rameau du nerf fémoral

Figure 4.175 Distribution cutanée des nerfs du plexus lombal.

muscle carré des lombes. Il a une direction plus oblique que le nerf iliohypogastrique, et croise généralement le muscle iliaque avant de se diriger vers la crête iliaque. Près de l'extrémité antérieure de la crête iliaque, il perfore le muscle transverse abdominal, puis le muscle oblique interne pour pénétrer dans le canal inguinal.

Le nerf ilio-inguinal sort par l'anneau inguinal superficiel, accompagnant le cordon spermatique. Il assure l'innervation cutanée de la partie supéromédiale de la cuisse, de la racine du pénis et de la face antérieure du scrotum chez l'homme, et du mont du pubis et de la grande lèvre chez la femme (fig. 4.175). Sur son trajet, il donne aussi des rameaux pour les muscles abdominaux.

Nerf génitofémoral (L1 et L2)

Le nerf génitofémoral naît des rameaux antérieurs des nerfs L1 et L2 (fig. 4.173). Il se dirige vers le bas au sein du muscle grand psoas avant d'en émerger, à sa face antérieure. Il descend alors à la face antérieure de ce muscle, en position rétropéritonéale, passant en arrière des uretères. Il se divise ensuite en rameaux génital et fémoral.

Le **rameau génital** se poursuit vers le bas et pénètre le canal inguinal à travers l'anneau inguinal profond. Elle chemine dans le canal et :

- chez l'homme, innerve le muscle crémaster, et se termine au niveau de la peau de la partie antérosupérieure du scrotum ;
- chez la femme, accompagne le ligament rond de l'utérus et se termine au niveau de la peau du mont pubien et de la grande lèvre.

Le **rameau fémoral** descend à la face latérale de l'artère iliaque externe et passe en arrière du ligament inguinal pour pénétrer dans la gaine fémorale, en dehors de l'artère fémorale. Il perfore alors le feuillet antérieur de la gaine fémorale et le fascia lata, et innerve la peau de la face supéro-antérieure de la cuisse (fig. 4.175).

Nerf cutané latéral de la cuisse (L2 et L3)

Le nerf cutané latéral de la cuisse naît des rameaux antérieurs des nerfs L2 et L3 (fig. 4.173). Il émerge au niveau du bord latéral du muscle grand psoas, et prend une direction oblique vers le bas, sur le muscle iliaque, vers l'épine iliaque antérosupérieure (fig. 4.175). Il passe alors en arrière du ligament inguinal et pénètre dans la cuisse.

Le nerf cutané latéral de la cuisse innerve la peau de la face antérolatérale de la cuisse jusqu'au genou (fig. 4.175).

Nerf obturateur (L2 à L4)

Le nerf obturateur naît des rameaux antérieurs des nerfs L2 à L4 (fig. 4.173). Il descend au sein du muscle grand psoas et en émerge sur son bord médial, à la limite du pelvis (fig. 4.174).

Le nerf obturateur se poursuit en arrière des vaisseaux iliaques communs, chemine sur la paroi latérale de la cavité pelvienne, et pénètre dans le canal obturateur, par lequel il gagne le compartiment médial de la cuisse.

Dans la région du canal obturateur, le nerf obturateur se divise en **rameaux antérieur** et **postérieur**. Au sein du compartiment médial de la cuisse, les deux rameaux sont séparés par les muscles obturateur externe et court adducteur. Au cours de leur trajet dans le compartiment médial de la cuisse, ces deux rameaux donnent :

- des rameaux articulaires pour la hanche ;
- des rameaux musculaires pour les muscles obturateur externe, pectiné, long adducteur, gracile, court adducteur et grand adducteur ;
- des rameaux cutanés pour la face interne de la cuisse ;
- et en association avec le nerf saphène, des rameaux cutanés pour la partie supéromédiale de la jambe, et des rameaux articulaires pour le genou (fig. 4.175).

Nerf fémoral (L2 à L4)

Le nerf fémoral naît des rameaux antérieurs des nerfs L2 à L4 (fig. 4.173). Il descend au sein du muscle grand psoas et en émerge à son bord inférolatéral (fig. 4.174). Poursuivant sa descente, il chemine entre le bord latéral du grand psoas et la surface antérieure du muscle iliaque. Lors de son passage en arrière du ligament inguinal, il est sous le fascia iliaque, en dehors de l'artère fémorale, puis pénètre dans le compartiment antérieur de la cuisse. À son arrivée dans la cuisse, il se divise immédiatement en de nombreux rameaux.

Les rameaux cutanés du nerf fémoral sont :

- les rameaux cutanés médial et moyen qui innervent la peau de la face antérieure de la cuisse ;
- le **nerf saphène** qui innerve la peau de la face médiale de la jambe (fig. 4.175).

Les rameaux musculaires innervent les muscles iliaque, pectinée, sartorius, droit fémoral, vaste médial, vaste intermédiaire et vaste latéral. Des rameaux articulaires innervent les articulations de la hanche et du genou.



ANATOMIE DE SURFACE

Anatomie de surface de l'abdomen

La visualisation de la position des viscères abdominaux est fondamentale à la réalisation d'un bon examen physique. En effet, certains de ces viscères peuvent être palpés à travers la paroi abdominale. Des éléments de surface permettent d'estimer la position des structures profondes.

Définir la surface de projection de l'abdomen

Des repères palpables peuvent être utiles pour délimiter la surface de projection de l'abdomen sur le corps. Ces repères sont :

- le rebord costal en haut ;
- le tubercule pubien, l'épine iliaque antérosupérieure et la crête iliaque, en bas (fig. 4.176).

Le rebord costal est facilement palpable ; il sépare la paroi abdominale de la paroi thoracique.

Une ligne allant de l'épine iliaque antérosupérieure au tubercule pubien marque la position du ligament inguinal, qui sépare la paroi abdominale, au-dessus, de la cuisse et du membre inférieur, en dessous.

La crête iliaque sépare la paroi abdominale postérolatérale de la région glutéale du membre inférieur.

La partie supérieure de la cavité abdominale se projette au-dessus du rebord costal du diaphragme et, ainsi, les viscères abdominaux de cette région se projettent sur la paroi thoracique.

Le niveau du diaphragme varie en fonction du cycle respiratoire. La coupole diaphragmatique droite peut s'élever jusqu'au 4e cartilage costal pendant l'expiration forcée.

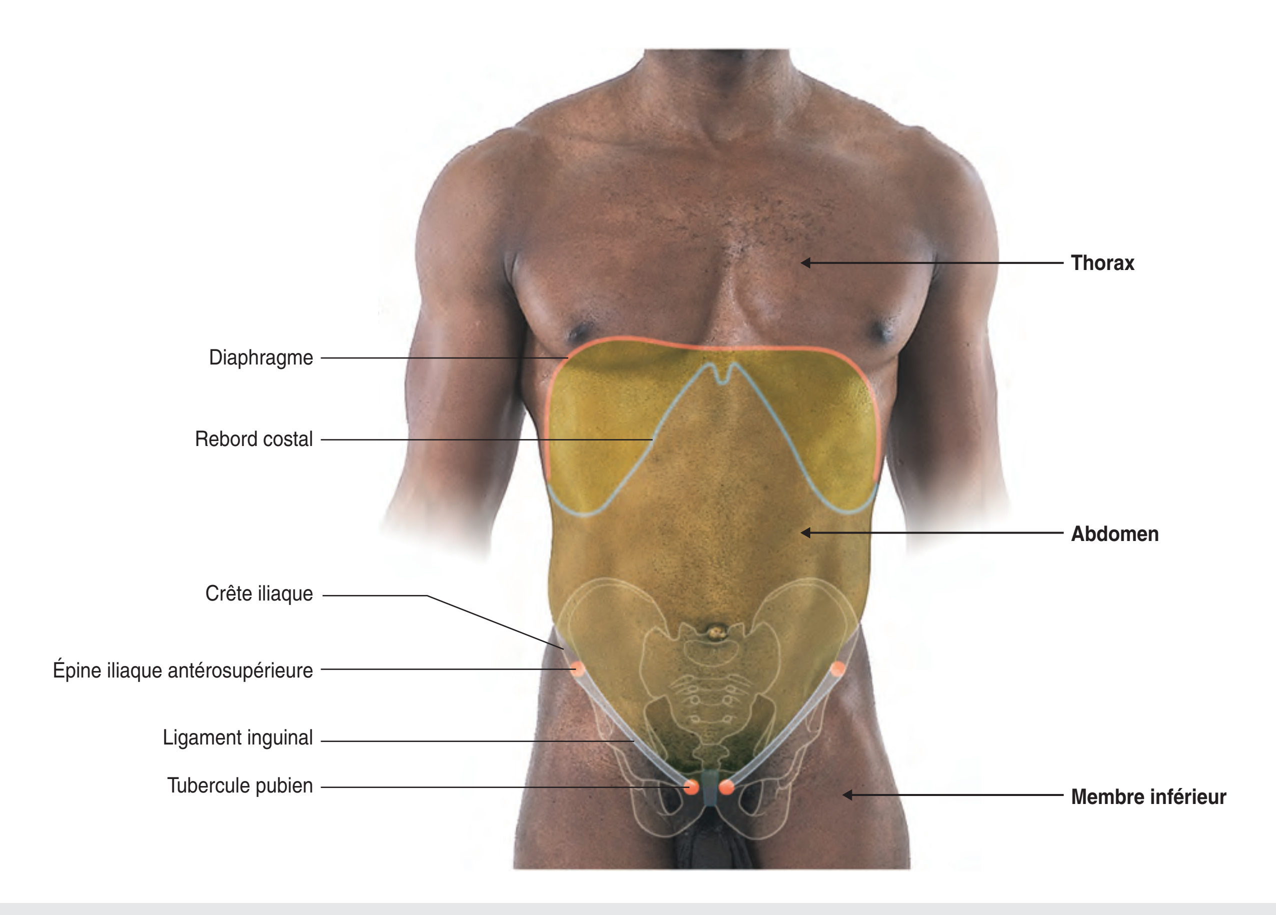


Figure 4.176 Vue antérieure de la paroi abdominale chez l'homme. Les repères osseux palpables, le ligament inguinal et la position du diaphragme y sont indiqués.

Localiser l'anneau inguinal superficiel

L'anneau inguinal superficiel est un défect triangulaire au sein de l'aponévrose de l'oblique externe (fig. 4.177). Il est situé à la partie inféromédiale de la paroi abdominale antérieure ; c'est l'orifice externe du canal inguinal. Le canal inguinal et l'anneau superficiel ont une taille plus importante chez l'homme que chez la femme :

- chez l'homme, les structures allant de l'abdomen au testicule passent à travers le canal inguinal et l'anneau inguinal superficiel ;

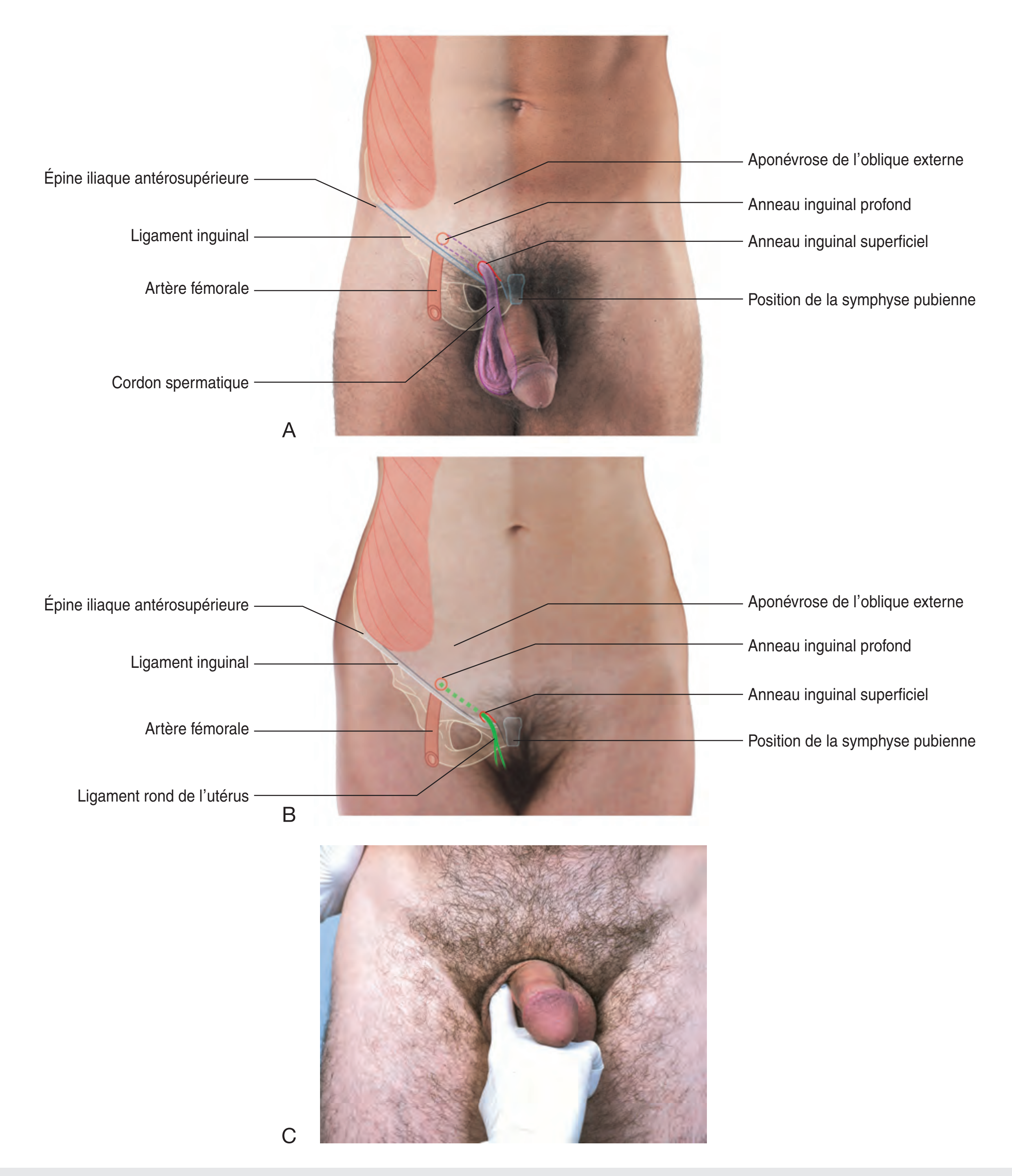


Figure 4.177 Région inguinale. **A.** Chez l'homme. **B.** Chez la femme. **C.** Examen de l'anneau inguinal superficiel et du canal inguinal chez l'homme.

- chez la femme, le ligament rond de l'utérus passe à travers le canal inguinal et l'anneau inguinal superficiel avant d'émerger dans la grande lèvre.

L'anneau inguinal superficiel est situé au-dessus du tubercule pubien et de l'extrémité médiale du ligament inguinal :

- chez l'homme, l'anneau inguinal superficiel peut être facilement localisé en suivant le cordon spermatique vers le haut sur la paroi abdominale – le fascia spermatique externe du cordon spermatique est en continuité avec les rebords de l'anneau inguinal superficiel ;
- chez la femme, le tubercule pubien est palpable, et l'anneau superficiel est situé en haut et en dehors de celui-ci.

L'anneau inguinal profond, qui est l'orifice interne du canal inguinal, se situe au-dessus du ligament inguinal, à mi-distance entre l'épine iliaque antérosupérieure et la symphyse pubienne. Les battements de l'artère fémorale peuvent être perçus dans cette zone, mais en dessous du ligament inguinal.

L'anneau inguinal superficiel et le canal inguinal sont souvent examinés, car l'anneau inguinal superficiel est le lieu où apparaissent, notamment chez l'homme, les hernies inguinales.

Déterminer les niveaux vertébraux

Les niveaux vertébraux sont utiles pour visualiser la position des viscères et des principaux vaisseaux sanguins. La position approximative des niveaux vertébraux peut être établie grâce à des repères visibles ou palpables (fig. 4.178) :

- un plan horizontal passe au niveau de l'extrémité médiale du 9e cartilage costal et du corps de la vertèbre LI – il s'agit du plan transpylorique, qui coupe horizontalement le corps, à mi-distance entre l'incisure jugulaire et la symphyse pubienne ;

Figure 4.178 Repères utilisés pour établir les niveaux vertébraux, qui sont indiqués. Vue antérieure de la région abdominale chez l'homme.

- un plan horizontal passe au niveau du bord inférieur du rebord costal (10e cartilage costal) et du corps de la vertèbre LIII – l'ombilic se situe généralement sur un plan horizontal passant au niveau du disque entre les vertèbres LIII et LIV ;
- un plan horizontal (plan supérieur des crêtes iliaques) au niveau des points supérieurs des crêtes iliaques passe par le corps et l'épine de la vertèbre LIV ;
- un dernier plan horizontal joignant les tubercules des crêtes iliaques passe au niveau du corps de la vertèbre LV.

Structures du niveau vertébral LI

Le niveau vertébral LI correspond au plan transpylorique, qui coupe transversalement le corps, à mi-distance entre l'incisure jugulaire et la symphyse pubienne, au niveau du 9e cartilage costal (fig. 4.179). À ce niveau, on décrit :

- la partie initiale et la limite supérieure de la partie terminale du duodénum ;
- le hile des reins ;
- le col du pancréas ;
- l'origine de l'artère mésentérique supérieure sur l'aorte.

Les angles coliques droit et gauche sont aussi proches de ce niveau.

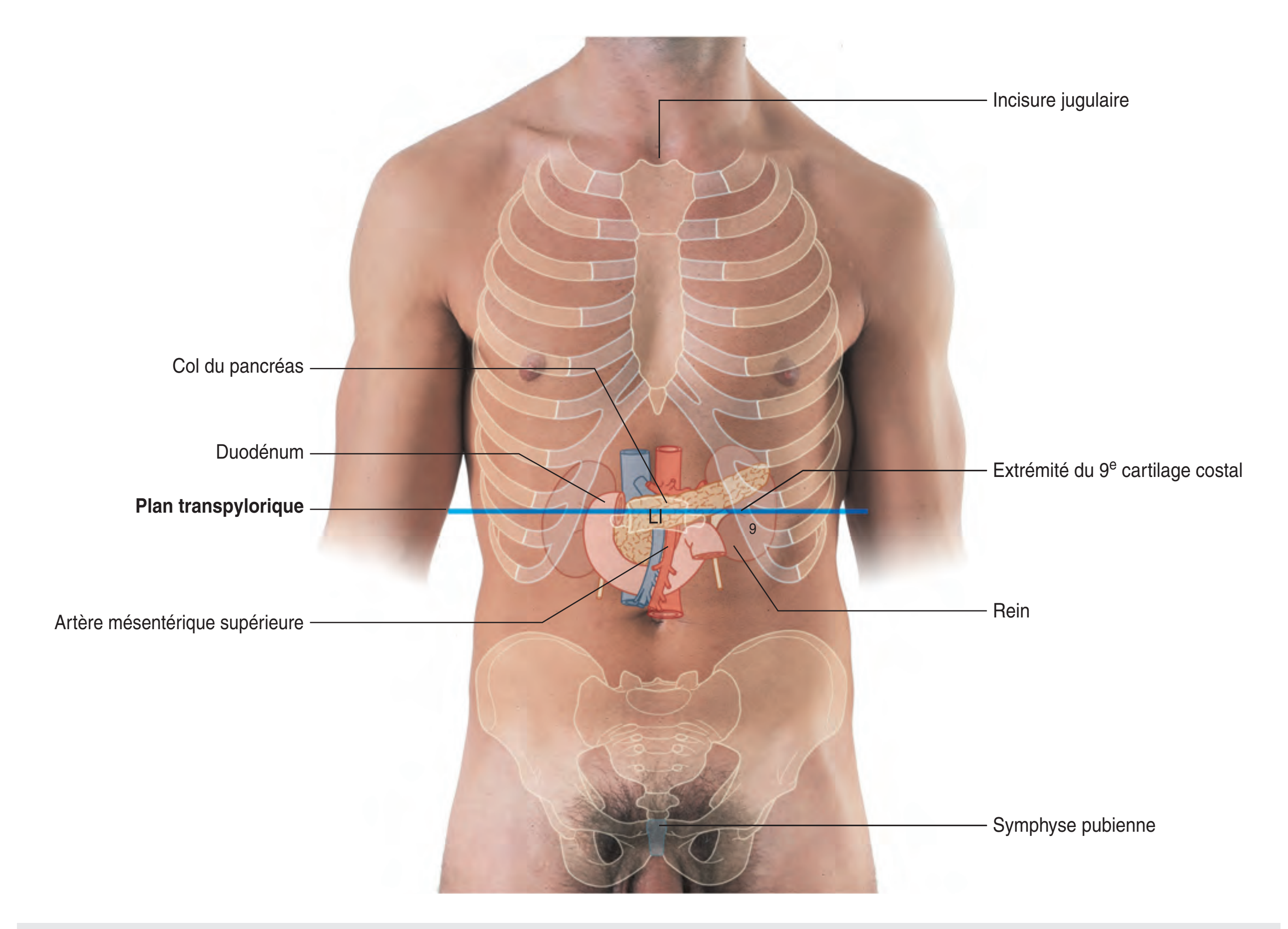
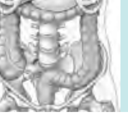


Figure 4.179 Niveau vertébral LI et principaux viscères à ce niveau. Vue antérieure de la région abdominale chez l'homme.



Position des principaux vaisseaux sanguins

L'origine de chacun des principaux vaisseaux sanguins de l'abdomen est rapportée à un niveau vertébral (fig. 4.180) :

- le tronc cœliaque naît de l'aorte au niveau du bord supérieur de la vertèbre LI ;
- l'origine de l'artère mésentérique supérieure se situe en regard du bord inférieur de la vertèbre LI ;
- les artères rénales naissent approximativement au niveau de la vertèbre LII ;
- l'artère mésentérique inférieure naît en regard de la vertèbre LIII ;
- la bifurcation aortique en artères iliaques communes droite et gauche se projette au niveau de la vertèbre LIV ;
- les veines iliaques communes droite et gauche confluent pour former la veine cave inférieure en regard du niveau vertébral LV.

Incisure jugulaire
Aorte
Bord supérieur de LI – Tronc cœliaque
Bord inférieur de LI – Artère mésentérique supérieure
LII Origine des artères rénales
LIII Artère mésentérique inférieure
LIV Bifurcation de l'aorte
LV Confluence des veines iliaques communes formant la veine cave inférieure
Symphyse pubienne
Veine cave inférieure
Plan transpylorique
Plan subcostal
Ombilic
Plan supérieur des crêtes iliaques
Plan intertuberculaire
TXII
LI
LII
LIII
LIV
LV
9
10

Figure 4.180 Projection cutanée des principaux vaisseaux de l'abdomen. Vue antérieure de la région abdominale chez l'homme.

Localiser les principaux viscères en fonction des quadrants abdominaux

L'abdomen peut être divisé en quadrants par un plan vertical médian et un plan horizontal transombilical, passant par l'ombilic (fig. 4.181) :

- le foie et la vésicule biliaire sont situés dans le quadrant supérieur droit ;
- l'estomac et la rate sont dans le quadrant supérieur gauche ;
- le cæcum et l'appendice sont dans le quadrant inférieur droit ;
- la partie terminale du côlon et le côlon sigmoïde sont situés dans le quadrant inférieur gauche.

La plus grande partie du foie est située sous la coupole diaphragmatique droite, contre la paroi thoracique inférieure. Le bord inférieur du foie peut être palpable sous le rebord costal droit lorsque le patient inspire profondément. Lors d'une inspiration profonde, le bord du foie peut être perçu, glissant sous les doigts de l'examinateur, placés sous le rebord costal.

L'appendice se projette habituellement en regard du point de McBurney, qui est situé à l'union du tiers inférieur et des deux tiers supérieurs d'une ligne allant de l'épine iliaque antérosupérieure droite à l'ombilic.

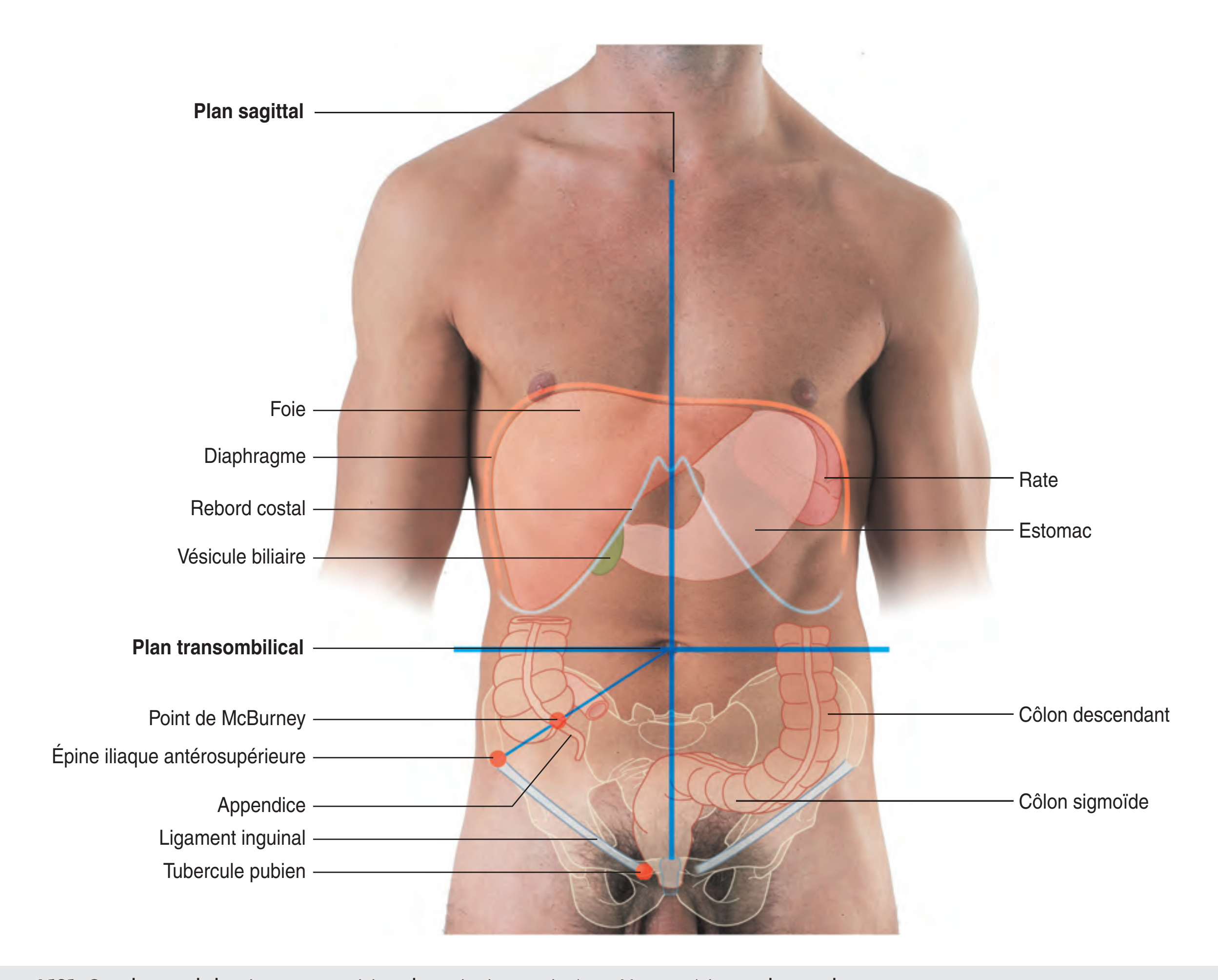


Figure 4.181 Quadrants abdominaux et position des principaux viscères. Vue antérieure chez un homme.

Définir les régions de projection des douleurs abdominales

L'abdomen peut être divisé en neuf régions par deux plans sagittaux médio-claviculaires, situés de chaque côté de la ligne médiane, et par les plans subcostal et intertuberculaire, qui coupent le corps horizontalement (fig. 4.182). Ces plans séparent l'abdomen en :

- trois régions centrales (épigastrique, ombilicale, pubienne) ;
- trois régions de chaque côté (hypochondre, flanc, fosse iliaque).

Très schématiquement, les douleurs de la partie abdominale de l'intestin antérieur se projettent sur la région épigastrique ; les douleurs de l'intestin moyen se projettent sur la région ombilicale ; et les douleurs de l'intestin postérieur sur la région pubienne.

Figure 4.182 Les neuf régions de l'abdomen. Vue antérieure chez une femme.

Localiser les reins

Les reins se projettent sur le dos de chaque côté de la ligne médiane, et sont en rapport avec les côtes (fig. 4.183) :

- le rein gauche est un peu plus haut que le rein droit ; son pôle supérieur atteint en haut la 11e côte ;
- le pôle supérieur du rein droit atteint seulement la 12e côte.

Les pôles inférieurs des reins se situent à peu près au niveau du disque intervertébral entre les vertèbres LIII et LIV. Le hile des reins et le début des uretères sont approximativement en regard de la vertèbre LI.

Les uretères descendent verticalement en avant des extrémités des processus transverses des vertèbres lombales inférieures, et pénètrent dans le pelvis.

Localiser la rate

La rate se projette sur le côté gauche et le dos, dans la région des 9e, 10e et 11e côtes (fig. 4.184). La rate suit le contour de la 10e côte et s'étend du pôle supérieur du rein gauche à la ligne axillaire postérieure.

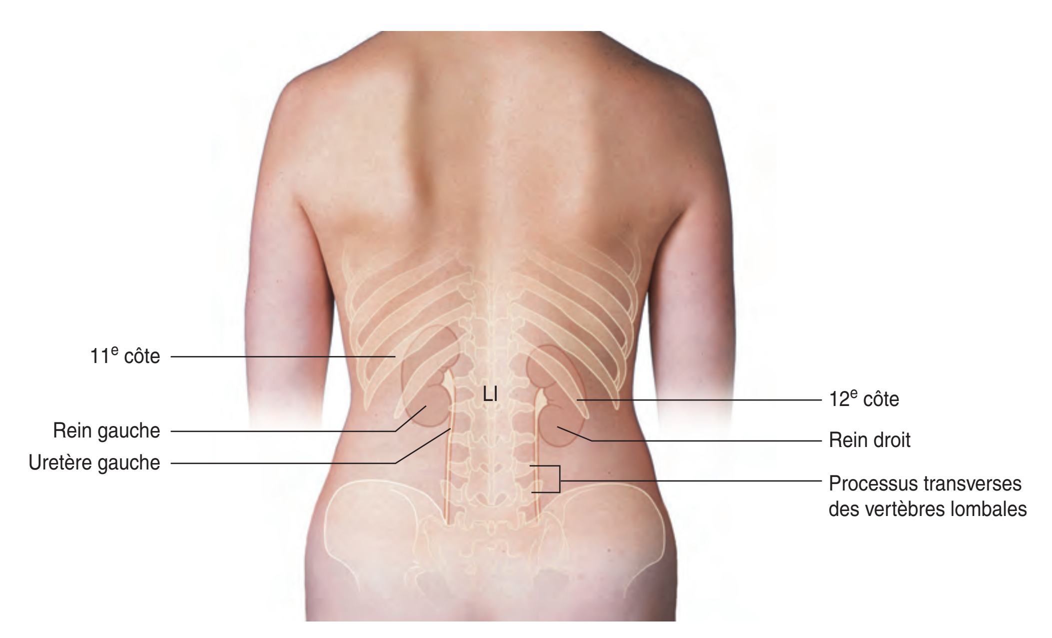


Figure 4.183 Surface de projection des reins et des uretères. Vue postérieure de l'abdomen chez une femme.

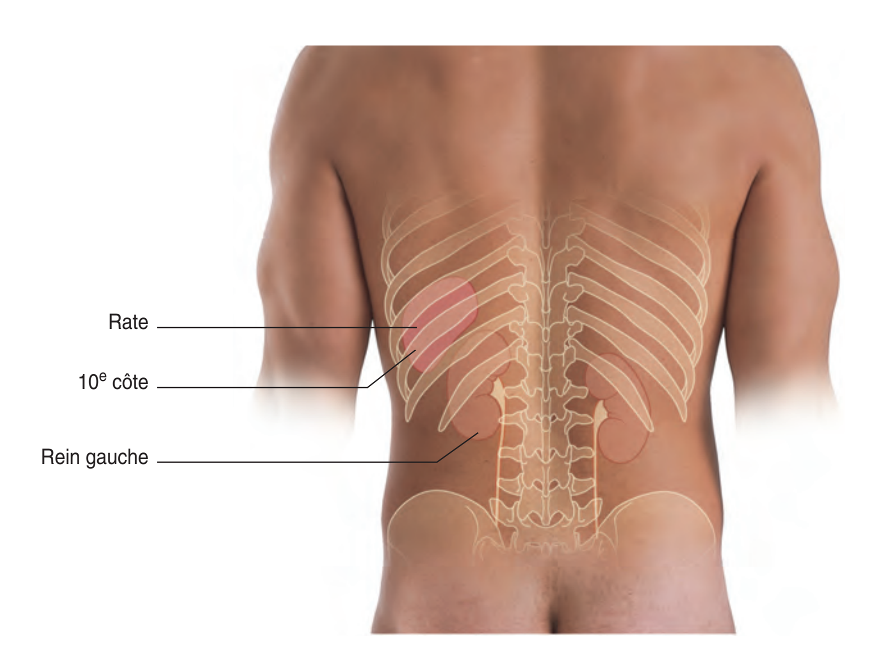


Figure 4.184 Surface de projection de la rate. Vue postérieure chez un homme.



Cas cliniques

Cas 1

RUPTURE TRAUMATIQUE DU DIAPHRAGME

Un homme âgé de 45 ans présente des douleurs épigastriques modérées, et le diagnostic de reflux gastro-œsophagien est porté. Il reçoit un traitement médicamenteux approprié, qui le soulage. Lors de la première consultation, le médecin de famille demande une radiographie du thorax, qui montre une proéminence de la partie gauche du diaphragme et des séquelles de fractures costales.

Le patient est reconvoqué pour un entretien complémentaire.

Il est extrêmement satisfait du traitement qui lui a été prescrit pour son reflux gastro-œsophagien, mais est troublé d'être reconvoqué pour un nouvel examen. Durant l'entretien, il explique qu'il a été blessé dans un accident de moto il y a plusieurs années, et qu'il a subi une laparotomie pour «rupture». Le patient ne se rappelle plus quelle intervention a été réalisée, mais assure que celle-ci avait été une réussite.

Le patient est très vraisemblablement opéré d'une splénectomie.

Chez un patient victime d'un traumatisme abdominal sévère (comme ceux causés par les accidents de moto), les fractures des dernières côtes gauches sont un signe très important de gravité du traumatisme.

Le patient retrouve dans ses papiers qu'il a été opéré, suite à cet accident, d'une ablation de la rate, mais il n'est pas fait mention d'une petite rupture du dôme diaphragmatique gauche. Le patient développe ainsi progressivement une hernie, à travers laquelle l'intestin peut pénétrer, produisant une proéminence du diaphragme, vue sur la radiographie de thorax.

Comme le traumatisme date de plusieurs années et que le patient est asymptomatique, il est peu probable que ce patient développe par la suite une complication, et il en est soulagé.

Cas 2

THROMBOSE CHRONIQUE DE LA VEINE CAVE INFÉRIEURE

On demande à un étudiant en médecine d'examiner l'abdomen de deux patients. Chez le premier patient, il remarque des veines irrégulières irradiant depuis l'ombilic. Chez le second patient, il note des veines irrégulières sur la paroi abdominale antérieure, allant des régions inguinales vers la poitrine selon une direction caudocrâniale. On lui demande d'expliquer ses constatations et d'en déterminer la signification.

Chez le premier patient, les veines observées drainent la région ombilicale. Physiologiquement, il n'y a pas de grosses veines visibles irradiant de l'ombilic. Chez les patients présentant une hypertension portale, la pression veineuse portale est augmentée suite à certaines pathologies hépatiques. De petites veines collatérales se développent au niveau et autour de la veine ombilicale. Ces veines passent au niveau de l'ombilic et se drainent sur la paroi abdominale antérieure, formant ainsi une anastomose portosystémique. Un des diagnostics évoqués pour ce patient est une cirrhose hépatique.

L'observation de veines drainant la paroi abdominale antérieure dans une direction caudocrâniale chez le second patient révèle une présentation inhabituelle pour des veines de la paroi abdominale antérieure. Lorsque de telles veines sont aussi visibles, cela implique généralement qu'il existe une obstruction sur la voie normale de drainage veineux et qu'il y a une voie de drainage alternative. Normalement, le sang des membres inférieurs et des organes rétropéritonéaux se draine dans la veine cave inférieure, puis dans l'atrium droit du cœur. Ce patient présente une thrombose chronique de la veine cave inférieure, empêchant ainsi le sang de retourner au cœur par la voie «habituelle».

Le sang des membres inférieurs et du pelvis peut, dans certaines conditions, se drainer via une série de vaisseaux collatéraux, dont les veines épigastriques inférieures superficielles situées au sein du fascia superficiel. Celles-ci s'anastomosent avec les systèmes veineux épigastriques supérieurs superficiel et profond, qui se drainent dans les veines thoraciques internes, qui se drainent à leur tour dans les veines brachiocéphaliques et la veine cave supérieure.

Suite à une thrombose de la veine cave inférieure, les veines de la paroi abdominale antérieure et d'autres voies collatérales s'hypertrophient pour s'adapter à l'augmentation du débit sanguin.

Cas 3

CANCER DE LA TÊTE DU PANCRÉAS

Une femme de 52 ans consulte son médecin traitant pour une asthénie de plus en plus importante et des vomissements. Le médecin l'examine et remarque qu'elle a perdu beaucoup de poids par rapport aux consultations précédentes. Elle présente également un ictère et l'examen de l'abdomen révèle une masse ronde, bien limitée, d'environ 10 cm, palpée sous le bord hépatique dans le quadrant supérieur droit (fig. 4.185).

Le diagnostic clinique est celui d'un carcinome de la tête du pancréas.

Comment un diagnostic aussi précis a-t-il été posé à partir des trois signes cliniques décrits ?

L'obstruction de la patiente se situe au niveau du conduit cholédoque distal.

Tumeur

Figure 4.185 Tumeur de la tête du pancréas. Scanner dans le plan axial.

Les causes des ictères sont la destruction excessive des hématies (ictère préhépatique), l'insuffisance hépatique (ictère hépatique) ou les causes posthépatiques qui comprennent les obstructions le long de l'arbre biliaire.

Cette patiente présente une masse dans le quadrant supérieur droit, palpable sous le foie ; il s'agit de la vésicule biliaire.

Chez les individus en bonne santé, la vésicule biliaire n'est pas palpable. Une vésicule volumineuse traduit une obstruction soit dans le conduit cystique, soit en aval de celui-ci (conduit cholédoque).

Les vomissements de la patiente sont en relation avec la localisation de la tumeur.

Il n'est pas inhabituel que les patients atteints de pathologies malignes présentent des vomissements et une perte de poids (cachexie). La tête du pancréas est située dans la courbure du duodénum, contre sa partie descendante. Les masses tumorales de la région de la tête du pancréas ont tendance à s'étendre et peuvent comprimer et envahir le duodénum. Malheureusement, cela s'est produit dans le cas de cette patiente, créant une obstruction presque complète. La suite de l'entretien révèle que la patiente vomissait des aliments non digérés, précocement par rapport aux repas.

Un scanner montre d'autres complications. Des structures anatomiques complexes se situent dans la région de la tête et du col du pancréas et peuvent être affectées lors de processus malins. Le scanner confirme la présence de la masse dans la région de la tête du pancréas, envahissant la partie descendante du duodénum. La masse s'étend au col du pancréas et bloque la partie distale du conduit cholédoque et du conduit pancréatique. En arrière, la masse envahit directement le confluent veineux entre les veines splénique et mésentérique supérieure, produisant une série de varices au niveau de l'estomac, de la rate et de l'intestin grêle.

Cette patiente reçoit une chimiothérapie palliative, mais elle décède 7 mois plus tard.

Cas 4

LÉSIONS HÉPATIQUES MÉTASTATIQUES

Une femme de 44 ans présente un mélanome de l'orteil récemment diagnostiqué et subit une série d'examens.

Le mélanome (aussi appelé mélanome malin) est une tumeur agressive de la peau qui peut donner des métastases lymphatiques et viscérales partout dans l'organisme. Le potentiel de malignité dépend de sa configuration cellulaire et de la profondeur de sa pénétration dans la peau.

La patiente présente un mélanome malin du pied, qui atteint les lymphonœuds de l'aine. Les lymphonœuds inguinaux sont ôtés ; mais il est noté sur le suivi d'imagerie que la patiente développe également deux lésions métastatiques au niveau du lobe droit du foie.

Chirurgiens et médecins réfléchissent aux possibilités d'exérèse de ces lésions.

Une tomodensitométrie (TDM) est pratiquée et montre que les lésions siègent au niveau des segments V et VI du foie (fig. 4.186).

L'anatomie segmentaire du foie est importante car elle permet de planifier le geste chirurgical de résection.

L'intervention est réalisée et consiste initialement à repérer la veine porte ainsi que la confluence des conduits hépatiques droit et gauche. Le foie est divisé par un plan virtuel passant par la veine hépatique moyenne. Le conduit hépatique principal est lié et le foie droit est réséqué.

Les segments restants comprennent le lobe gauche du foie.

La patiente a subi une résection chirurgicale des segments V, VI, VII et VIII. Les segments restants sont IVa, IVb, I, II et III. Il est important de se rappeler que les lobes hépatiques ne sont pas en rapport avec le volume du foie. Le lobe gauche contient seulement les segments II et III. Le lobe droit contient les segments IV, V, VI, VII et VIII. Ainsi, il est important de réaliser une imagerie en coupes transversales avant de pratiquer une résection chirurgicale segmentaire.

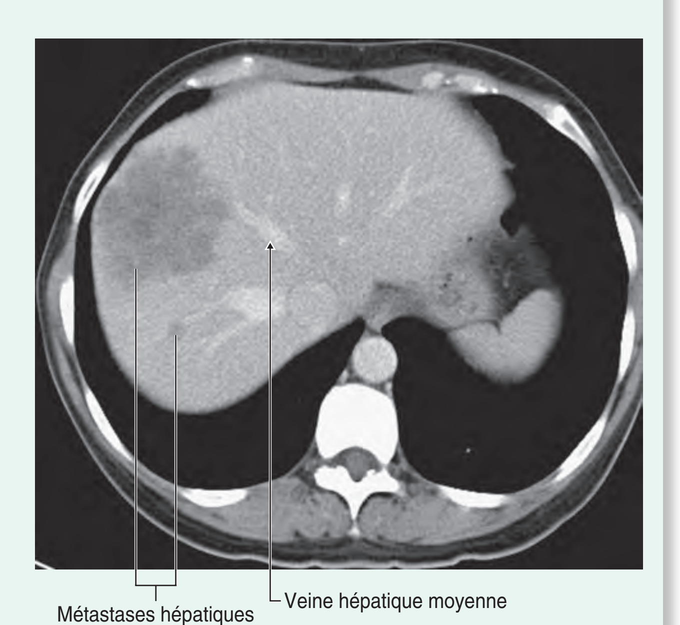


Figure 4.186 Tomographie post-injection, dans le plan axial, montrant deux métastases situées dans le lobe droit du foie. Le lobe gauche du foie est indemne sur cet examen. La plus volumineuse des deux métastases est située à droite de la veine hépatique moyenne, qui est dans le plan principal du foie séparant les côtés droit et gauche du foie.



Cas 5

BIOPSIE HÉPATIQUE CHEZ UN PATIENT SUSPECT DE CIRRHOSE DU FOIE

Un homme de 55 ans présente un ictère sévère et un abdomen très distendu. Le diagnostic de cirrhose du foie est posé et des examens complémentaires montrent que le patient a une ascite importante (liquide libre au sein de la cavité péritonéale). Une biopsie hépatique est nécessaire pour confirmer la cirrhose, mais la méthode pour obtenir cette biopsie fait débat (e-fig. 4.187).

Chez les patients présentant une cirrhose, il est important de déterminer le stade de la cirrhose et son étiologie.

L'anamnèse, l'examen et les examens sanguins y sont utiles, ainsi que certains examens d'imagerie. Pour débuter un traitement et déterminer le pronostic de l'affection, un échantillon de tissu doit être obtenu et examiné. Différents éléments importants sont à considérer lorsqu'une biopsie hépatique doit être effectuée chez un patient suspect de cirrhose.

Le premier élément est la fonction hépatique.

La fonction hépatique des patients souffrant de pathologies hépatiques est souvent pauvre, comme le montre l'ictère du patient, qui résulte d'une incapacité de conjuguer la bilirubine. Le foie produisant des facteurs de coagulation sanguine impliqués dans la cascade de la coagulation, la capacité de coagulation des patients présentant une pathologie hépatique sévère est très souvent significativement diminuée. Ces patients ont ainsi un risque élevé d'hémorragie.

Le second élément est la présence d'ascite.

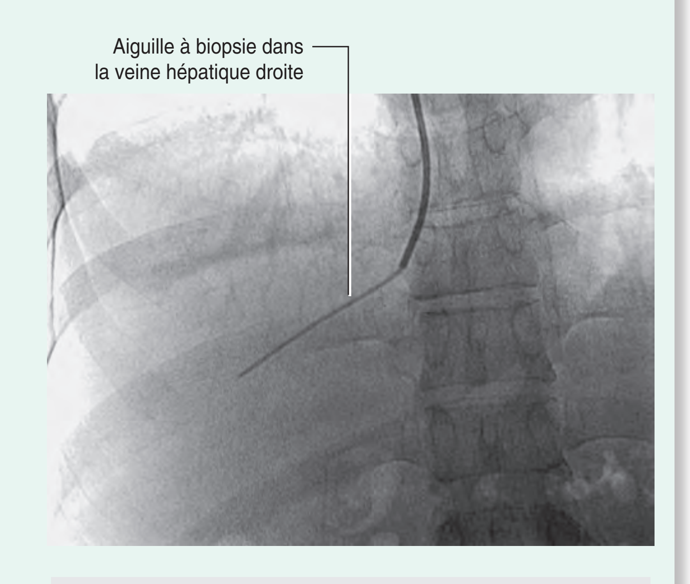
Normalement, le foie est situé contre les parois abdominales antérieure et latérale. Ce contact direct est utile après la réalisation de la biopsie hépatique. Une fois celle-ci obtenue, le patient est allongé sur la région où la biopsie a été pratiquée, et le poids du foie contient le saignement local. Lorsque les patients ont une ascite importante, le foie ne peut pas s'appuyer contre les parois abdominales et le sang peut donc s'écouler librement dans le liquide d'ascite.

Ce patient ayant de l'ascite, une autre méthode de biopsie hépatique doit donc être envisagée.

Il est adressé dans le département de radiologie pour une biopsie hépatique transjugulaire.

Pour cela, la peau autour de la veine jugulaire du cou est anesthésiée. L'accès est obtenu au moyen d'une aiguille et d'un guide. Le guide est monté dans la veine jugulaire interne, puis le tronc brachiocéphalique. Il pénètre ensuite la veine cave supérieure, longe la paroi postérieure de l'atrium droit pour entrer dans la partie supérieure de la veine cave inférieure. Un cathéter est alors inséré sur le guide et dirigé vers la veine hépatique droite. Grâce à une série de dilatateurs, l'orifice est agrandi et une aiguille à biopsie placée sur le guide dans la veine hépatique droite. Le foie est ainsi biopsié à travers la veine hépatique droite et l'échantillon de biopsie récupéré. Une simple suture est réalisée pour fermer la veine jugulaire et une compression légère suffit à arrêter le saignement.

Puisque l'aiguille à biopsie ne perfore pas la capsule hépatique, le saignement provenant du foie est peu important car le sang se drainerait dans les veines hépatiques et retournerait dans la circulation.



e-Figure 4.187 Aiguille à biopsie hépatique transjugulaire dans la veine hépatique droite. Radiographie.



Cas 6

LYMPHOME DE HODGKIN

Un homme de 30 ans présente une masse épigastrique diffuse, mal définie. Le reste de l'examen met en évidence une augmentation de volume asymétrique du scrotum.

Parmi les différents diagnostics évoqués, l'interne envisage que ce patient souffre d'un cancer testiculaire avec une extension lymphatique régionale abdominale (nœuds latéroaortiques ou lombaux).

Le cancer primitif du testicule est la tumeur la plus fréquente chez les hommes entre 25 et 34 ans, et représente 1 à 2 % de tous les cancers chez l'homme. Un antécédent familial de cancer du testicule et l'ectopie testiculaire sont des facteurs prédisposants à cette pathologie.

La diffusion de la tumeur se fait typiquement par diffusion lymphatique, le long des chaînes ganglionnaires qui drainent les testicules.

Les testicules se développent à partir de structures adjacentes aux vaisseaux rénaux dans la partie supérieure de l'abdomen, entre le fascia transversalis et le péritoine. Ils migrent habituellement à travers le canal inguinal jusqu'au scrotum, juste avant la naissance. Les testicules emmènent avec eux leur vascularisation artérielle et veineuse, leur innervation et leurs lymphatiques.

Un scanner révèle une volumineuse masse nodulaire lymphatique dans la partie supérieure de l'abdomen et plusieurs adénopathies au niveau des chaînes ganglionnaires iliaques commune et interne.

Si l'on présume que cette masse scrotale est un carcinome testiculaire, se drainant vers les nœuds latéroaortiques (lombaux) de la partie supérieure de l'abdomen, il serait très surprenant que des adénopathies iliaques soient présentes.

Un examen plus approfondi de cette masse scrotale est nécessaire.

Le test de transillumination du scrotum est positif du côté atteint. Une échographie révèle que les testicules droit et gauche sont normaux mais qu'il existe une importante collection liquidienne autour du testicule droit. Le diagnostic d'hydrocèle droit est donc posé.

Les masses scrotales sont fréquentes chez les jeunes hommes, et déterminer le site anatomique exact de la masse scrotale est un point clinique de grande importance. Une masse située dans le testicule doit être rigoureusement examinée, afin d'exclure un cancer testiculaire. Les masses épididymaires et les autres lésions scrotales, comme les hydrocèles ou les hernies, doivent également être soigneusement examinées mais ne sont généralement pas malignes.

L'échographie met en évidence du liquide entourant le testicule, dont le diagnostic est celui d'hydrocèle. Les kystes épididymaires simples sont facilement vus et différenciés d'une hydrocèle.

Le diagnostic de lymphome est alors suspecté.

Le lymphome est une pathologie maligne des nœuds lymphatiques. La plupart des lymphomes sont divisés en deux groupes, appelés lymphome hodgkinien et lymphome non hodgkinien. S'il est traité précocement, le pronostic après chimiothérapie radicale est excellent.

Le patient bénéficie d'une biopsie. Il est placé dans une position favorable dans le scanner. Une fine aiguille, avec un procédé de biopsie particulier, est utilisée pour obtenir un échantillon de nœud ganglionnaire. On réalise la biopsie par le côté gauche, car les nœuds lymphatiques sont situés dans la région para-aortique et la veine cave inférieure est du côté droit (une biopsie par voie postérieure devrait passer entre la veine cave inférieure et l'aorte, ce qui est délicat). La peau est anesthésiée grâce à un anesthésique local au niveau du bord latéral du muscle carré des lombes. L'aiguille est positionnée à 45° par rapport au muscle carré des lombes puis introduite dans le rétropéritoine jusqu'aux nœuds lymphatiques para-aortiques gauches. Cette procédure étant réalisée sous contrôle scannographique, l'opérateur peut avancer progressivement l'aiguille, en prenant soin de ne pas « toucher » d'autres structures rétropéritonéales.

Une biopsie est obtenue et le diagnostic est celui de lymphome de Hodgkin. Le patient reçoit une chimiothérapie et, à 2 ans, il est en rémission complète et mène une vie active.



Cas 7

HERNIE INGUINALE

Un homme de 35 ans présente une masse molle d'environ 3 cm de diamètre au niveau de l'hémiscrotum droit. Le diagnostic est celui d'une hernie inguinale indirecte droite.

Quelles sont les constatations de l'examen ?

La masse n'est pas sensible, et l'examinateur ne peut pas « passer au-dessus » de celle-ci. Les testicules sont perçues séparément de cette masse et le test de transillumination (dans lequel une lampe est placée sous le scrotum alors que celui-ci est observé par au-dessus) est négatif. (Le test est positif lorsque la lumière passe à travers le scrotum.)

Lorsque le patient est debout, une impulsion à la toux est ressentie au niveau de la masse.

Après des manœuvres délicates, la masse peut être réintégrée dans le canal inguinal, vidant ainsi le scrotum. Lorsque la main de l'examinateur est enlevée, la masse retourne dans le scrotum.

Une hernie inguinale indirecte pénètre dans le canal inguinal par l'anneau inguinal profond. Elle passe ensuite dans le canal et en sort par l'anneau inguinal superficiel, au niveau de l'aponévrose du muscle oblique externe. Le sac herniaire se situe en haut et en dedans du tubercule pubien et pénètre dans le scrotum avec le cordon spermatique.

Une hernie inguinale directe passe directement à travers la paroi postérieure du canal inguinal. Elle ne descend pas dans le canal inguinal. Si elle est suffisamment volumineuse, elle peut passer à travers l'anneau inguinal superficiel vers le scrotum.

Cas 8

CALCUL URÉTÉRAL

Un homme de 25 ans présente une douleur importante au niveau du quadrant inférieur gauche de l'abdomen. Cette douleur est diffuse et relativement constante, avec quelques courtes périodes de répit. À l'interrogatoire, le patient indique que la douleur est située dans la région inguinale et qu'elle irradie en arrière vers la région infrascapulaire gauche. La bandelette urinaire est positive pour le sang (hématurie).

Le diagnostic de lithiase urinaire (calcul) est porté.

La douleur infrascapulaire initiale du patient, qui irradie par la suite vers la région inguinale gauche, est en rapport avec le passage du calcul urétéral dans l'uretère.

L'origine de la douleur est en relation avec la distension urétérale.

Des séries d'ondes péristaltiques le long de l'uretère transportent l'urine dans l'uretère, des reins à la vessie. Lorsqu'un calcul obstrue cette voie, l'uretère se distend, et il en résulte une exacerbation des douleurs. Les ondes péristaltiques se surajoutent à cette distension, entraînant des périodes d'exacerbation douloureuse et des périodes de répit.

La douleur est projetée.

Les fibres nerveuses viscérales afférentes (sensitives) provenant des uretères gagnent la moelle spinale, au niveau des premier et deuxième niveaux spinaux lombaux. La douleur se projette ainsi sur les régions cutanées innervées par les nerfs somatiques sensitifs issus des mêmes niveaux spinaux.

Un scanner est réalisé chez ce patient.

Généralement, les patients passaient une radiographie abdominale sans préparation pour observer la présence éventuelle de calculs radio-opaques (90 % des calculs rénaux sont radio-opaques) et une urographie intraveineuse était souvent réalisée ensuite afin de déterminer le siège précis des calculs. Actuellement, une TDM à faible dose du système collecteur est utilisée pour visualiser les calculs rénaux et mettre en évidence le niveau de l'obstruction en employant une faible dose de rayons et pas de produit de contraste intraveineux.

Une échographie peut aussi être utile pour évaluer la dilation pelvicalicielle et pour mettre en évidence les calculs situés au niveau des jonctions pelvicalicielle et urétérovésicale. L'échographie est également utile pour rechercher d'autres causes d'obstruction (à savoir les tumeurs au niveau et autour des orifices urétéraux de la vessie) et elle est particulièrement utile chez les femmes enceintes lorsqu'une imagerie utilisant des rayons est une préoccupation.

Parfois, une urographie intraveineuse peut être pratiquée pour explorer la partie supérieure du tractus urinaire et préciser la localisation des calculs.

De façon non exceptionnelle, des scanners de l'abdomen sont également réalisés. Ces scanners donnent non seulement des informations sur les reins, les uretères et la vessie, mais encore montrent la position des calculs et d'autres éventuelles pathologies associées.

Si la douleur infrascapulaire du patient est située à droite, diffusant au quadrant inférieur droit de l'abdomen, une appendicite devrait être exclue. Un scanner serait capable de différencier une appendicite d'une colique néphrétique.



Cas 9

ABCÈS INTRA-ABDOMINAL

Une femme de 27 ans est admise aux urgences chirurgicales pour une appendicite. Elle subit une appendicectomie. Il est noté pendant l'intervention que l'appendice est perforé et qu'il y a du pus dans la cavité abdominale. L'appendice est ôté et son moignon proximal est lié. L'abdomen est lavé avec du sérum physiologique tiède. La patiente s'est initialement bien remise mais au 7e jour, elle se sent moins bien avec des douleurs au niveau de l'épaule droite et des pics fébriles.

Cette patiente a développé un abcès intra-abdominal.

Toute intervention au niveau du tube digestif peut entraîner une contamination péritonéale par les fèces et la flore fécale.

Pendant la période postopératoire, une réaction inflammatoire se constitue et une collection de pus se développe. Le relevé de température montre typiquement une fièvre oscillante.

Les localisations les plus fréquentes des abcès sont le pelvis et le récessus hépatorénal.

Lorsque le patient est en position allongée, les points les plus bas des cavités abdominale et pelvienne sont la région postérosupérieure de la cavité péritonéale (récessus hépatorénal) et, chez la femme, le cul-de-sac utérorectal (cul-de-sac de Douglas).

La douleur de l'épaule suggère un abcès au niveau du récessus hépatorénal et cette douleur est transmise par le diaphragme.

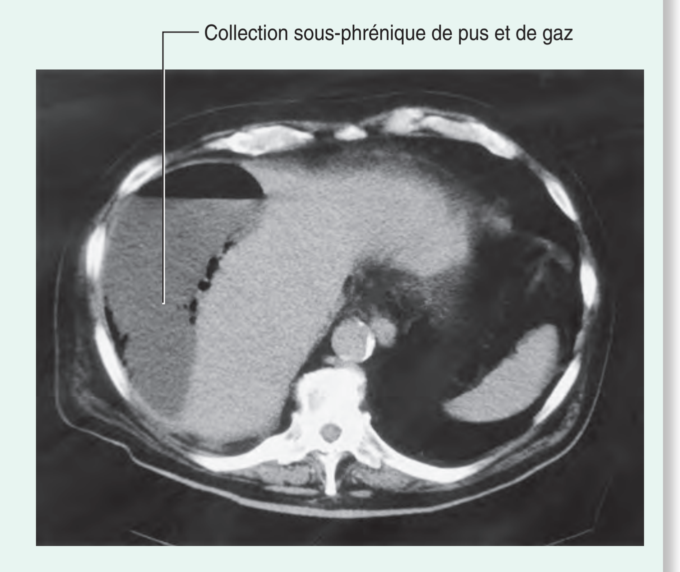
L'innervation sensitive et motrice du diaphragme est assurée par les nerfs C3 à C5. La sensation douloureuse somatique du péritoine pariétal recouvrant la face inférieure du diaphragme est transportée jusqu'à la moelle spinale par les nerfs phréniques (C3 à C5), et est interprétée par le cerveau comme provenant du revêtement cutané de l'épaule – région innervée par d'autres nerfs sensitifs pénétrant la moelle spinale aux mêmes niveaux que les nerfs phréniques.

Une radiographie de thorax met en évidence la surélévation de l'hémidiaphragme droit.

L'élévation de l'hémidiaphragme droit était due au pus fusant du récessus hépatorénal, autour des faces latérale et antérieure du foie, pour s'accumuler au-dessus du foie, en situation sous-phrénique. Une échographie met en évidence cette collection. La cavité abcédée est clairement visible en plaçant la sonde d'échographie entre les 11e et 12e côtes. Le bord inférieur du lobe pulmonaire inférieur droit est situé au niveau de la 10e côte, sur la ligne axillaire moyenne. Lorsque la sonde est placée entre les 11e et 12e côtes, les ondes ultrasoniques passent entre les muscles intercostaux et la plèvre pariétale, latéralement sur la paroi thoracique, puis se dirigent à travers la plèvre pariétale recouvrant le diaphragme, vers la cavité de l'abcès, située sous le diaphragme.

Le drainage n'est pas réalisé par voie intercostale. Mais, sous contrôle scannographique, un drain subcostal est mis en place sous anesthésie locale, et un litre de pus est évacué (e-fig. 4.188). Il est important de garder à l'esprit que la mise en place d'un drain dans la cavité abdominale, en passant par la cavité pleurale, permet au pus de pénétrer dans la cavité thoracique, et que cela peut entraîner une pleurésie purulente (pus dans l'espace pleural).

L'évolution de la patiente est par la suite lentement favorable.



e-Figure 4.188 Collection sous-phrénique de pus et de gaz. Scanner dans le plan axial.



Cas 10

COMPLICATIONS D'UNE RÉSECTION ABDOMINOPÉRINÉALE

Un homme de 45 ans présente un carcinome rectal de bas grade, juste au-dessus de la marge anorectale. Il est opéré : résection abdominopérinéale emportant la tumeur associée à une colostomie gauche basse (voir ci-après). Malheureusement, l'épouse du patient le quitte pour plusieurs raisons, dont l'absence de libido. Il « se met à boire » et, après plusieurs années, développe une cirrhose. Il est amené aux urgences pour une hémorragie importante au niveau de volumineuses veines situées autour de la colostomie. Un shunt portosystémique intrahépatique par voie transjugulaire est réalisé en urgence, ce qui stoppe le saignement (e-fig. 4.189 et e-fig. 4.190). Il suit actuellement un programme de rééducation.

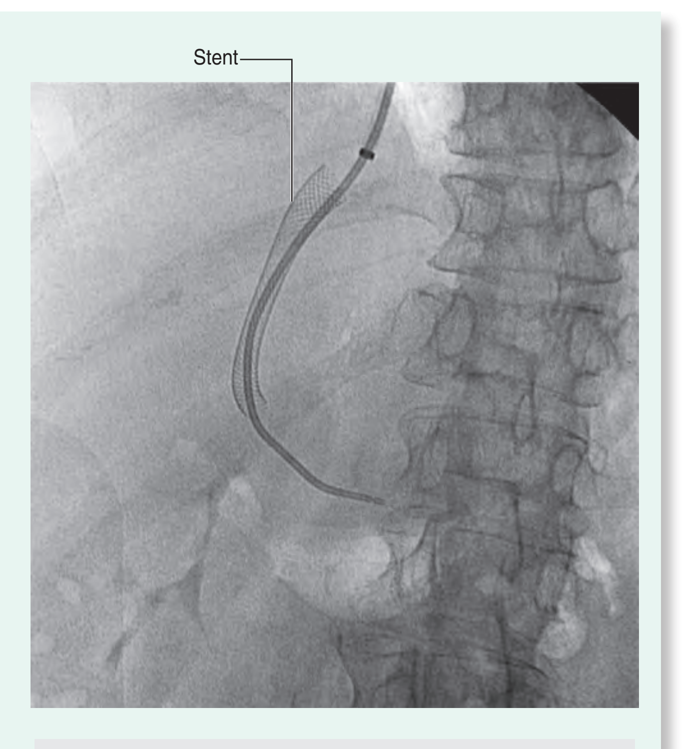
Une colostomie est nécessaire à cause de la localisation basse de la tumeur.

Les carcinomes du côlon et du rectum touchent en général des personnes plus âgées, mais ils peuvent aussi se développer chez des patients plus jeunes. La majorité de ces tumeurs se développent à partir de polypes bénins qui subissent une transformation maligne. Lorsque la tumeur prolifère, elle envahit la paroi de l'intestin puis métastase à partir des lymphatiques locaux. La tumeur s'étend au sein de la paroi quelques centimètres au-dessus et en dessous de son origine. La diffusion lymphatique se fait par les nœuds lymphatiques locaux et régionaux puis vers la chaîne lymphatique préaortique. Celle-ci se draine par la suite dans le conduit thoracique.

Lorsque cet homme est opéré, la tumeur est si proche de la marge anale que le sphincter doit être emporté, pour que les marges de la résection soient saines (exérèse macroscopiquement complète). L'intestin ne peut pas être relié à l'anus sans sphincter, car le patient serait incontinent fécal. Lors de l'intervention chirurgicale, on pratique l'ablation de la tumeur ainsi qu'un curage ganglionnaire locorégional et l'exérèse de la graisse péritumorale autour du rectum.

L'extrémité libre du côlon sigmoïde est amenée à la paroi abdominale, à travers un orifice. L'intestin est ensuite prudemment suturé à la paroi abdominale antérieure pour permettre la mise en place d'une poche pour recevoir les fèces. Il s'agit d'une colostomie avec anus iliaque.

Contrairement à leur réaction immédiate habituellement négative vis-à-vis de la poche de colostomie, la plupart des patients coopèrent extrêmement bien, surtout s'ils sont en rémission de leur cancer.



e-Figure 4.189 Position du stent de shunt portosystémique intrahépatique transjugulaire. Radiographie.



e-Figure 4.190 Fonctionnement du shunt portosystémique intrahépatique transjugulaire. Veinogramme.

(*Suite*)



Cas 10—Suite

Les nerfs pelviens de ce patient sont endommagés. La dissection chirurgicale radicale du pelvis abîma les nerfs pelviens parasympathiques, qui assurent l'érection du pénis. Malheureusement, cela n'a pas été bien expliqué au patient, ce qui concoure probablement en partie à l'échec de sa relation amoureuse. Toute chirurgie radicale du pelvis peut endommager les nerfs péniens ou clitoridiens et ainsi interférer dans la fonction sexuelle.

Ce patient présente une hémorragie des veines de la stomie.

Comme il développe un grave problème d'alcoolisme, son foie devient cirrhotique et cela endommage l'architecture normale de son foie. Cela entraîne une augmentation de la pression sanguine dans la veine porte (**hypertension portale**).

Chez les patients présentant une hypertension portale, de petites anastomoses se développent entre les veines du système porte et les veines de la circulation systémique. Ces anastomoses portosystémiques ont habituellement des conséquences mineures ; cependant, au niveau de la jonction gastro-œsophagienne, elles se situent au niveau de la muqueuse et de la sous-muqueuse et sont sujettes aux traumatismes. Des hémorragies cataclysmiques peuvent se produire pour des traumatismes même mineurs, conduisant parfois au décès du patient. Ces varices nécessitent un traitement urgent, qui peut être l'injection de substances sclérosantes, la ligature endoscopique ou chirurgicale.

Heureusement, la plupart des autres anastomoses portosystémiques ont des conséquences moins graves. Chez les patients ayant une colostomie, de petites veines peuvent se développer entre les veines du gros intestin (système porte) et les veines cutanées de la paroi abdominale antérieure (veines systémiques). Lorsque ces veines grossissent à cause de l'hypertension portale, elles peuvent être traumatisées lors du passage des selles à travers l'orifice de colostomie. Si elles sont abîmées, elles sont susceptibles d'entraîner une hémorragie importante.

Une intervention est réalisée pour diminuer la pression portale.

Pour réduire la pression dans la veine porte chez ce patient, plusieurs procédures chirurgicales sont envisagées. Celles-ci comprennent l'anastomose latérale de la veine porte sur la veine cave inférieure (**shunt porto-cave**) ou l'anastomose de la veine splénique sur la veine rénale (**shunt splénorénal**). Ces interventions nécessitent de toute façon une grande incision abdominale et sont extrêmement délicates. Comme solution alternative, il est décidé de créer un shunt portosystémique intrahépatique transjugulaire.

Créer un **shunt portosystémique intrahépatique transjugulaire** est une technique relativement nouvelle, qui peut être réalisée sous anesthésie locale. Par la voie jugulaire interne droite, une longue aiguille catéthérise la veine jugulaire interne, la veine cave supérieure, l'atrium droit puis la veine cave inférieure. La veine hépatique droite est ensuite canulée et, avec des guides spéciaux, l'aiguille passe à travers le parenchyme hépatique vers la branche droite de la veine porte. Une sonde à ballonnet est ensuite placée sur le guide, à travers le parenchyme hépatique, puis gonflée. Après l'ablation du ballon, un stent métallique (un tube flexible) est mis en place au sein du foie afin de le laisser ouvert. Le sang passe ainsi librement de la veine porte vers la veine hépatique, créant un shunt portosystémique.

Cette procédure a pour résultat de diminuer la pression sanguine portale chez le patient et de l'amener à un niveau proche de celle du système veineux systémique, réduisant ainsi le risque de saignement des anastomoses portosystémiques (ici, au niveau de la colostomie).



Cas 11

OBSTRUCTION CAVE

Un homme de 62 ans consulte aux urgences pour un œdème des membres inférieurs et une importante varicocèle gauche (veines variqueuses dilatées au niveau du testicule gauche et du plexus pampiniforme gauche).

Ce patient a un cancer du rein gauche et doit se faire opérer la semaine suivante.

Sur le plan anatomique, on peut expliquer les événements survenus par la physiopathologie du cancer du rein.

Le carcinome rénal a tendance à croître de façon constante et prévisible. Généralement, quand la tumeur est inférieure à 3 à 4 cm, elle reste confinée au rein. Lorsqu'elle devient plus volumineuse, elle a une propension à se développer dans la veine rénale, la veine cave inférieure, l'atrium droit et, en traversant le cœur, dans l'artère pulmonaire.

Ici, la tumeur s'est développée dans la veine rénale.

Quand la tumeur a progressé dans la veine rénale, elle a bloqué le drainage de toutes ses veines affluentes, dont la plus importante est la veine testiculaire gauche. L'obstruction de la veine testiculaire gauche a causé une dilatation des veines autour du testicule gauche (et la varicocèle est apparue).

L'œdème des membres inférieurs est dû à l'obstruction de la veine cave.

La tumeur a progressé le long de la veine rénale et de la veine cave inférieure vers le cœur. Les cancers rénaux peuvent se développer rapidement ; dans ce cas, la tumeur a rapidement envahi la veine cave inférieure et l'a obstruée. Cela a augmenté la pression dans les veines des membres inférieurs, ce qui a entraîné un œdème bilatéral des chevilles.

Le patient est malheureusement décédé sur la table d'intervention.

Chez ce patient, l'expansion tumorale s'est faite dans la veine cave inférieure. Lors de la chirurgie, la dissection initiale a mobilisé le rein sur son pédicule, et une grande partie de la tumeur s'est détachée dans la veine cave inférieure. L'embole tumoral a traversé l'atrium droit et le ventricule droit et a occlus l'artère pulmonaire. Cela n'a pas pu être évité lors de l'opération et le patient est décédé.

Cas 12

MALADIE DIVERTICULAIRE

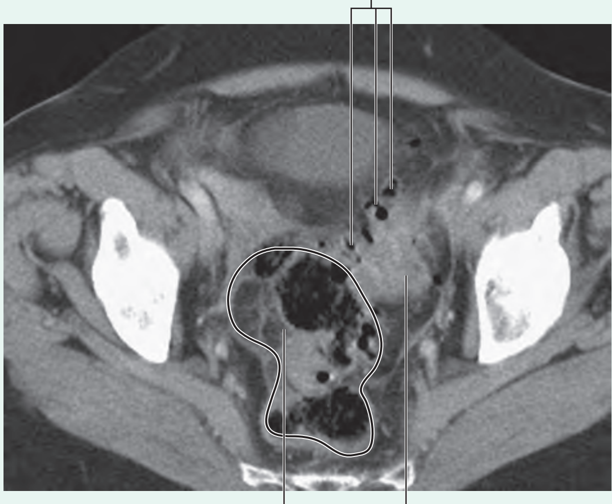
Un homme d'affaires de 65 ans consulte aux urgences pour une importante douleur abdominale basse, essentiellement localisée au centre et à gauche. Cette douleur irradie vers la région lombale gauche, et il a également observé le passage de gaz et de matières lorsqu'il urine.

Une tomodensitométrie (TDM) de l'abdomen et du bassin est réalisée (e-fig. 4.191).

La TDM montre une collection liquidienne (très probable abcès pelvien) dans la fosse iliaque gauche. En plus de cette collection, on observe que le côlon sigmoïde présente une paroi épaissie et qu'il est le siège de nombreux petits diverticules. On retrouve du gaz dans la vessie. L'uretère et le système pyélocaliciel gauche sont obstrués.

Le patient est opéré en urgence.

Lorsque le chirurgien a ouvert la cavité abdominale par une incision médiane, les tissus de la fosse iliaque gauche sont apparus très inflammatoires. Le chirurgien utilise alors sa main pour mobiliser le côlon sigmoïde et pénétrer dans une cavité où il y a un flot de pus comme indiqué sur le scanner. Le pus est lavé et drainé. Le côlon sigmoïde est particulièrement épaissi et inflammatoire, et colle au dôme vésical. Une dissection prudente au doigt met en évidence une petite perforation au sein du dôme de la vessie, ce qui explique le passage de matières fécales et de gaz dans la vessie ainsi que les symptômes décrits par le patient à type de pneumaturie et de fécalurie. Le côlon sigmoïde est ensuite reséqué. Le moignon rectal est fermé par un surjet, et le côlon descendant abouché à la paroi abdominale antérieure pour créer une colostomie. Après sondage de la vessie, le petit trou du dôme vésical est suturé.



e-Figure 4.191 Tomographie du bassin, plan axial, montrant une boucle sigmoïdienne avec de nombreux diverticules et un volumineux abcès dans la cavité pelvienne.

Le patient a eu des suites postopératoires difficiles dans une unité de soins intensifs où il est resté fiévreux et septique. La colostomie a commencé à bien fonctionner.

Une échographie est alors réalisée et montre une dilatation persistante au niveau du rein gauche, et le patient est opéré d'une néphrostomie.

Sous contrôle échographique, un cathéter de drainage est placé dans le pelvis du rein à travers le cortex rénal à gauche. Une importante quantité de pus est drainée par ce cathéter au début ; puis au bout de 24 heures, l'urine s'écoule librement.

La cause probable de cette obstruction est l'inflammation autour de l'uretère distal gauche. Il est également possible qu'il se soit produit une petite perforation urétérale qui a permis le passage des bactéries vers le tractus urinaire.

Le patient s'est ensuite rétabli sans incident, avec une fonction rénale normalisée, et a quitté l'hôpital.

Lors d'une consultation postopératoire quelques semaines plus tard, le patient a exprimé au chirurgien le souhait de ne pas conserver sa colostomie. Après discussion, une chirurgie de rétablissement de continuité est programmée.

Lors de l'intervention, la colostomie est « reprise » et le moignon rectal identifié. Il existe alors un important écart entre les deux extrémités coliques. Pour en réaliser la suture, le côlon descendant est mobilisé de la paroi abdominale postérieure. Une anastomose est réalisée et le patient a pu quitter l'hôpital une semaine après et va bien actuellement.



Cas 13

FUITE APRÈS TRAITEMENT ENDOVASCULAIRE D'UN ANÉVRISME DE L'AORTE ABDOMINALE

Un homme de 72 ans est amené aux urgences pour un anévrisme de l'aorte abdominale (augmentation du diamètre de l'aorte abdominale infrarénale). L'anévrisme mesure 10 cm, et après discussion avec le patient, une réparation est envisagée.

Les options thérapeutiques chirurgicale et endovasculaire sont expliquées au patient.

Le traitement des anévrismes de l'aorte abdominale a été, pendant de nombreuses années, une intervention chirurgicale où la dilatation aortique (anévrisme) était réséquée et remplacée par une prothèse. Une innovation récente consiste à placer une prothèse au sein de l'anévrisme dans l'artère (traitement endovasculaire de l'anévrisme). Dans cette technique, le chirurgien aborde l'artère fémorale et pratique une petite incision sur celle-ci. La prothèse est comprimée au sein d'un cathéter qui est introduit par l'artère fémorale et le système artériel iliaque dans l'aorte abdominale distale. La prothèse peut ensuite être déployée dans l'aorte au niveau de l'anévrisme ; elle assure alors sa doublure et prévient l'expansion de l'anévrisme.

Parfois, un anévrisme traité par endoprothèse peut continuer à grossir malgré le traitement et une cause doit être recherchée.

Une échographie-Doppler de l'abdomen associée à une tomodensitométrie ont montré qu'il existait un flux entre l'endoprothèse et la paroi de l'anévrisme.

Les sources probables de saignement sont évaluées.

La prothèse commence habituellement sous le niveau des artères rénales et se divise en deux branches qui se terminent dans les artères iliaques communes. L'anévrisme peut continuer à être alimenté par n'importe quel vaisseau entre la prothèse et la paroi de l'anévrisme. Ces vaisseaux peuvent être les artères lombales ou l'artère mésentérique inférieure. En effet, le sang s'écoule habituellement de l'aorte vers l'artère mésentérique inférieure et les artères lombales ; avec l'endoprothèse en place, la dynamique des flux se modifie et peut permettre au sang de s'écouler dans le sens inverse, à partir de ces branches, entraînant ainsi une augmentation de la taille de l'anévrisme.

Le débit sanguin dans le sac anévrismal est celui de l'artère mésentérique inférieure.

Au-dessus du niveau de la prothèse, l'artère mésentérique supérieure émerge normalement de l'aorte. Née des branches coliques droite et moyenne, une artère marginale colique s'anastomose au niveau de l'angle splénique avec une branche marginale de l'artère mésentérique inférieure (ce vaisseau peut s'hypertrophier et prendre le nom d'artère marginale de Drummond). Dans ce cas, le sang passe de façon rétrograde dans l'artère mésentérique inférieure, alimentant ainsi l'anévrisme et conduisant à son expansion.

L'artère mésentérique inférieure est liée sous laparoscopie et l'anévrisme ne grossit plus. Au cours des 6 mois qui ont suivi, l'anévrisme ne s'est pas développé. Le patient est en bonne santé, avec seulement deux petites cicatrices au niveau de l'aine.

5

Pelvis et périnée

Vue globale 405

Anatomie régionale 420

Vue globale

INTRODUCTION

Le pelvis et le périnée sont des régions liées entre elles, en rapport avec le pelvis osseux et avec les parties terminales de la colonne vertébrale. Le pelvis est divisé en deux régions :

- la région supérieure en rapport avec les parties hautes des os coxaux et les vertèbres lombales inférieures est le **faux pelvis** (**grand pelvis**) généralement considérée comme une partie de la cavité abdominale (fig. 5.1).
- le **vrai pelvis** (**petit pelvis**) est limité par la partie inférieure des os coxaux, le sacrum et le coccyx. Il a une ouverture supérieure et une ouverture inférieure.

La **cavité pelvienne** de forme arrondie, contenue dans le vrai pelvis, comporte une ouverture supérieure, des parois et un plancher. Cette cavité est en continuité vers le haut avec la cavité abdominale et contient des éléments des appareils urinaire, gastro-intestinal et de la reproduction.

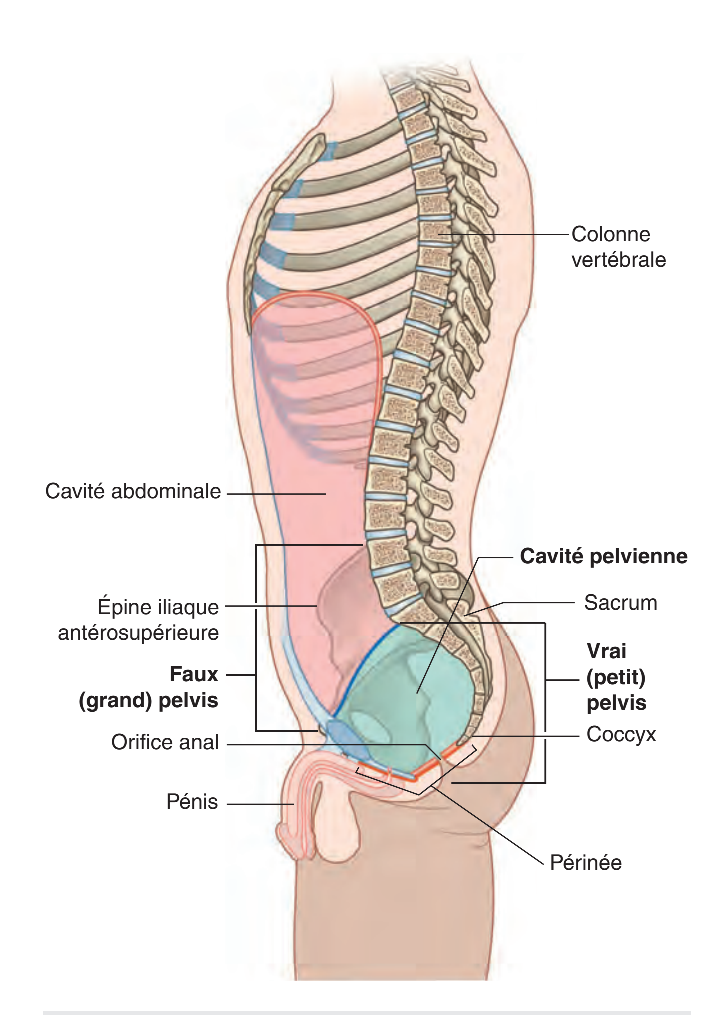


Figure 5.1 Pelvis et périnée.

Le périnée (fig. 5.1) est au-dessous du plancher de la cavité pelvienne ; ses limites sont celles de l'ouverture inférieure du pelvis (détroit inférieur du pelvis). Le périnée contient les organes génitaux externes et les orifices des appareils génito-urinaire et gastro-intestinal.

FONCTIONS

Contenir et soutenir la vessie, le rectum, le canal anal et les voies de la reproduction

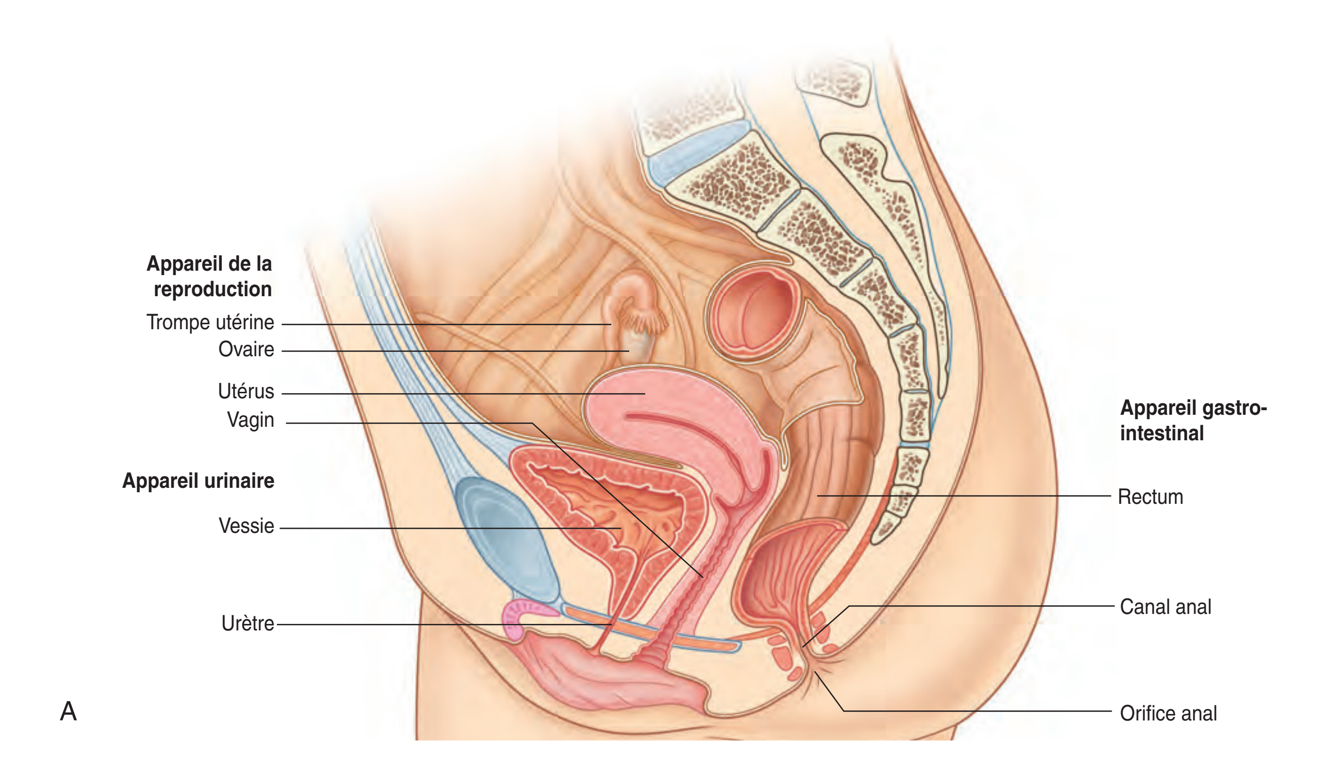
Dans la cavité pelvienne, la vessie est antérieure et le rectum postérieur, tous deux positionnés sur la ligne médiane.

En se remplissant, la vessie s'étend en haut dans l'abdomen. Elle est soutenue par les parties adjacentes du squelette et du plancher pelviens. L'urètre traverse le plancher pelvien pour gagner le périnée, où il s'ouvre à l'extérieur chez la femme (fig. 5.2A) et où il pénètre dans la base du pénis chez l'homme (fig. 5.2B).

Faisant suite au côlon sigmoïde au niveau de la vertèbre SIII, le rectum se termine par le canal anal, qui traverse le plancher pelvien pour s'ouvrir au niveau du périnée. Le canal anal forme avec le rectum une angulation postérieure. Cette angulation est maintenue par les muscles du plancher pelvien et s'efface pendant la défécation. Lorsqu'ils traversent le plancher pelvien, le canal anal et l'urètre comportent chacun un sphincter musculaire strié.

La cavité pelvienne contient l'essentiel des voies de la reproduction de la femme et une partie des voies de la reproduction de l'homme.

- Chez la femme, le vagin traverse le plancher pelvien et s'insère sur l'utérus dans la cavité pelvienne. L'utérus est placé entre le rectum et la vessie. Les trompes utérines (ou trompes de Fallope) s'étendent latéralement de chaque côté jusqu'à la paroi pelvienne pour s'ouvrir à proximité de l'ovaire.
- Chez l'homme, la cavité pelvienne contient le site de réunion des voies urinaires et de la reproduction. Elle contient aussi des glandes importantes associées aux voies de la reproduction : la prostate et les deux vésicules séminales.



Appareil de la reproduction
Vésicule séminale
Conduit déférent
Prostate
Conduit éjaculateur
B
Appareil gastro-intestinal
Rectum
Canal anal
Orifice anal
Appareil urinaire
Vessie
Urètre

Figure 5.2 Le pelvis et le périnée contiennent et soutiennent les parties terminales des appareils gastro-intestinal, urinaire et de la reproduction. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

Fixer les racines des organes génitaux externes

Dans les deux sexes, les racines des organes génitaux externes, le clitoris et le pénis, sont fermement ancrées :

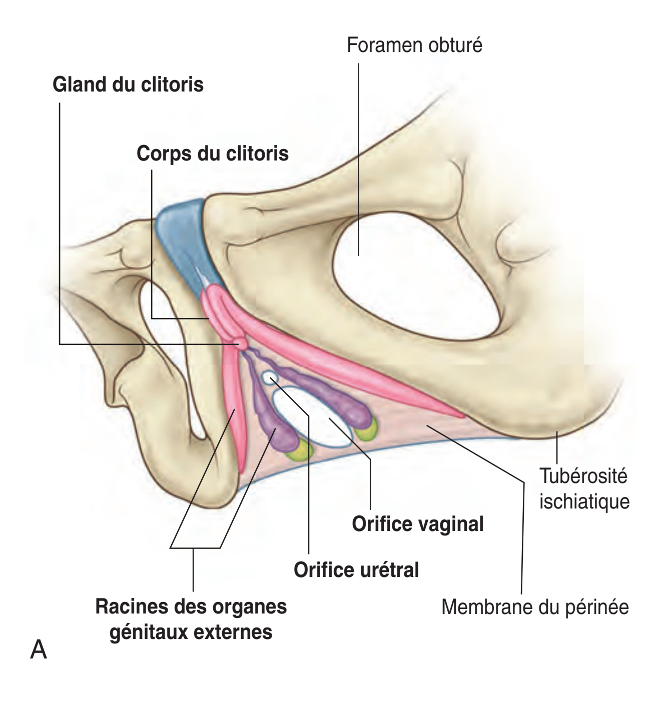
- à la moitié antérieure du bord osseux de l'ouverture inférieure du pelvis ;
- à une épaisse et fibreuse membrane du périnée, qui comble l'espace de l'ouverture inférieure (fig. 5.3).

Les racines des organes génitaux externes sont constituées de tissus érectiles (vasculaires) et entourées de muscles squelettiques.

ÉLÉMENTS ANATOMIQUES

Ouverture supérieure du pelvis

L'ouverture supérieure du pelvis (détroit supérieur du pelvis) est en forme de cœur et entièrement sertie par l'os (fig. 5.4).



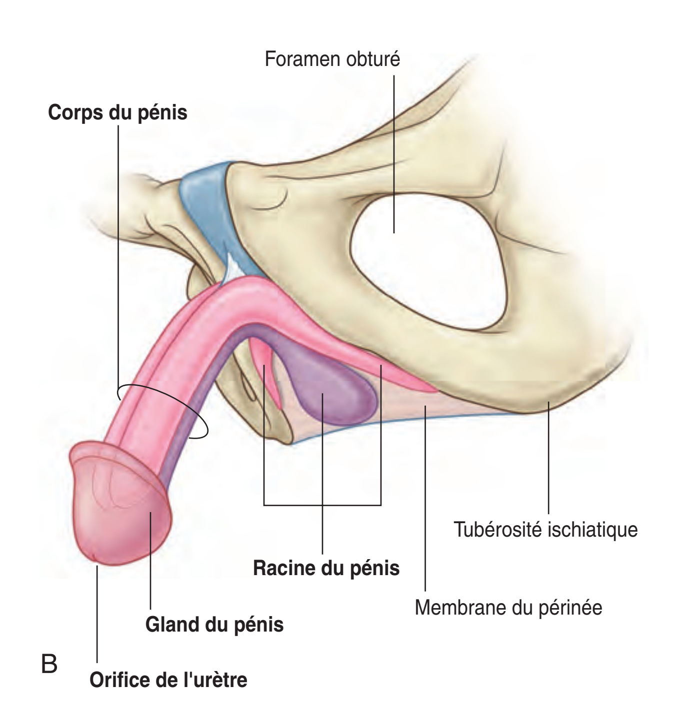


Figure 5.3 Le périnée contient et amarre les racines des organes génitaux externes. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

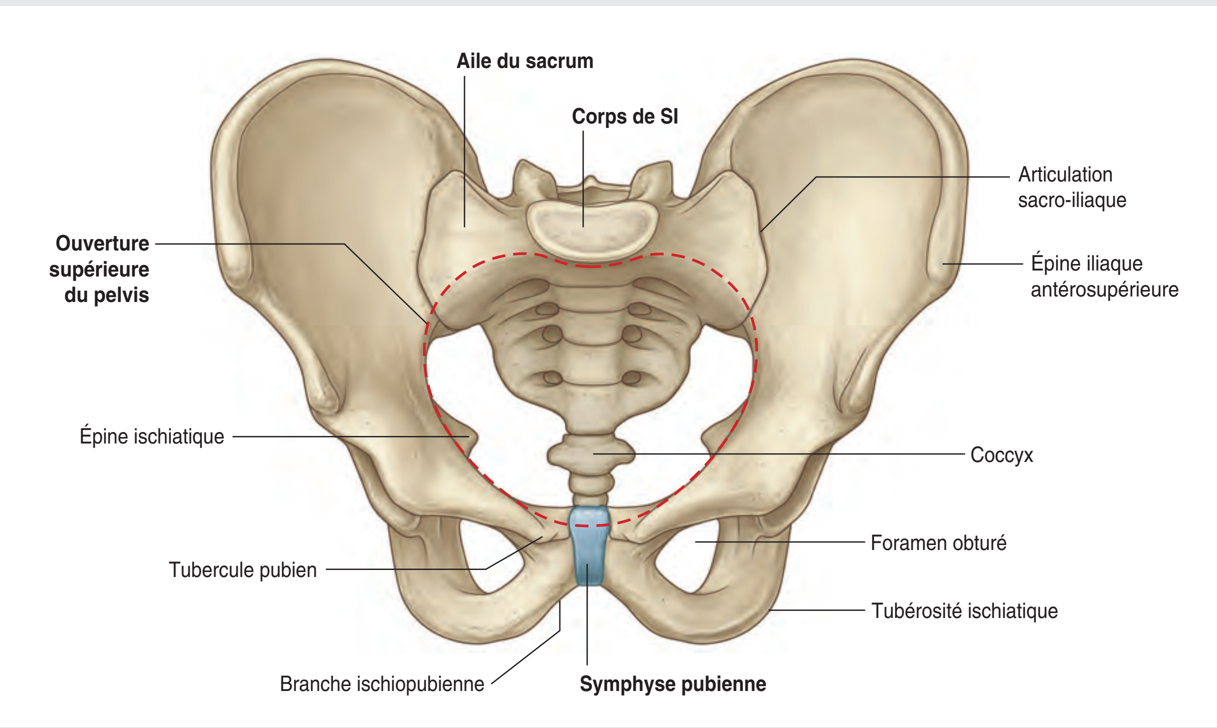


Figure 5.4 Ouverture supérieure du pelvis.



En arrière, l'ouverture supérieure est limitée par le corps de la vertèbre SI, qui s'avance dans cette ouverture en formant le **promontoire sacral**. De chaque côté de cette vertèbre, des processus transverses en forme d'aile appelés **ailes** (**ailerons**) contribuent à former la limite de l'ouverture supérieure du pelvis. Latéralement, le rebord saillant de l'os coxal prolonge la limite de l'ouverture supérieure du pelvis vers l'avant jusqu'à la symphyse pubienne où les deux os coxaux s'unissent sur la ligne médiane.

Des éléments passent à travers l'ouverture supérieure du pelvis entre la cavité pelvienne et l'abdomen.

Au moment de la naissance, le fœtus franchit l'ouverture supérieure du pelvis depuis l'abdomen où l'utérus a grandi durant la grossesse ; puis il franchit l'ouverture inférieure.

Parois pelviennes

Les parois du vrai pelvis sont essentiellement constituées d'os, de muscles et de ligaments, avec le sacrum, le coccyx et la moitié inférieure de l'os coxal.

Deux ligaments – les **ligaments sacroépineux** et **sacrotubéral** – sont d'importants éléments architecturaux des parois, car ils relient chaque os coxal au sacrum et au coccyx (fig. 5.5A). Ces ligaments transforment aussi deux échancrures des os coxaux – les **grande** et **petite incisures ischiatiques** – en foramens des parois latérales du pelvis.

Les muscles **obturateur interne** et **piriforme** (fig. 5.5B) ont leur origine dans le pelvis et sortent par les foramens ischiatiques pour agir sur l'articulation de la hanche.

Ouverture inférieure du pelvis

L'ouverture inférieure de forme losangique est formée à la fois d'os et de ligaments (fig. 5.6). Elle est limitée ventralement sur la ligne médiane par la symphyse pubienne.

De chaque côté, le bord inférieur de l'os coxal se dirige en arrière et en dehors depuis la symphyse pubienne pour se terminer en une tubérosité proéminente, la **tubérosité ischiatique**. Ensemble, ces éléments constituent l'arcade pubienne qui forme la limite de la moitié ventrale de l'ouverture caudale du pelvis. Les ligaments sacrotubéraux prolongent cette limite vers l'arrière depuis la tubérosité ischiatique jusqu'aux coccyx et sacrum. La symphyse pubienne, les tubérosités ischiatiques et le coccyx peuvent tous être palpés.

Figure 5.5 Parois du pelvis. **A.** Os et ligaments des parois du pelvis.

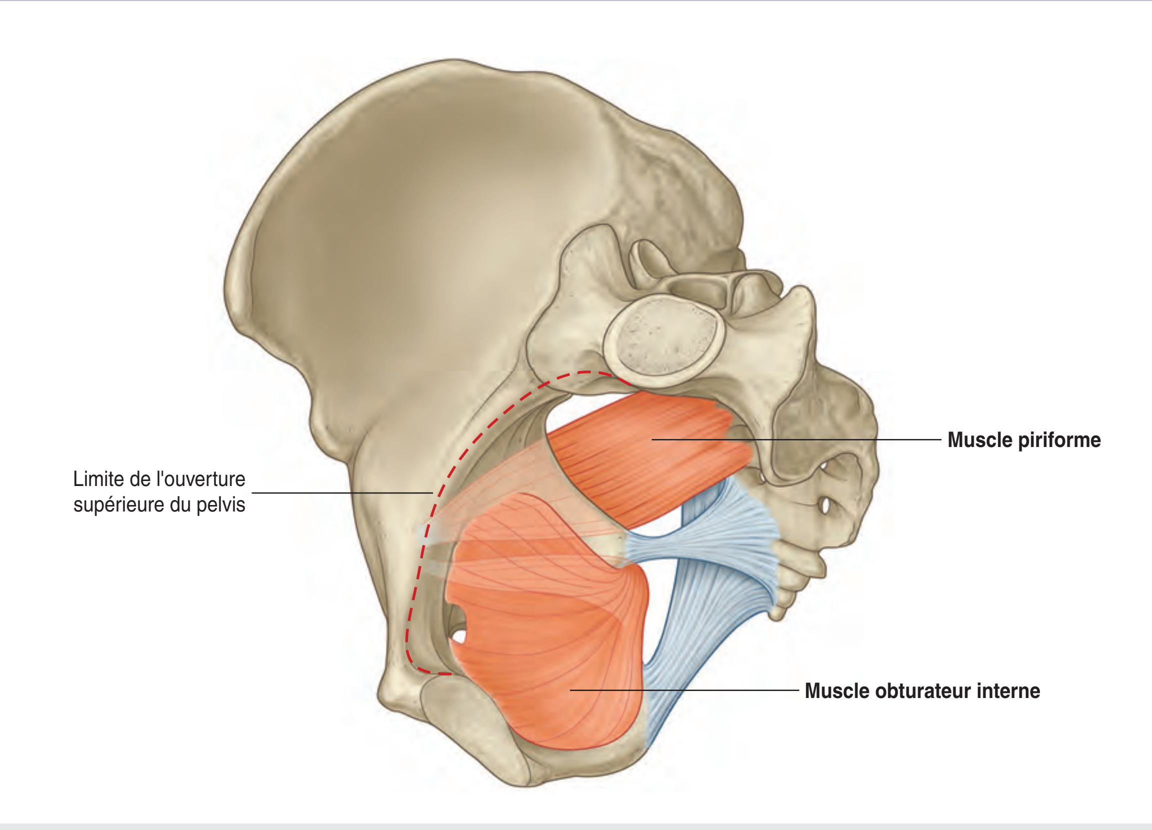


Figure 5.5 Suite. B. Muscles des parois du pelvis.

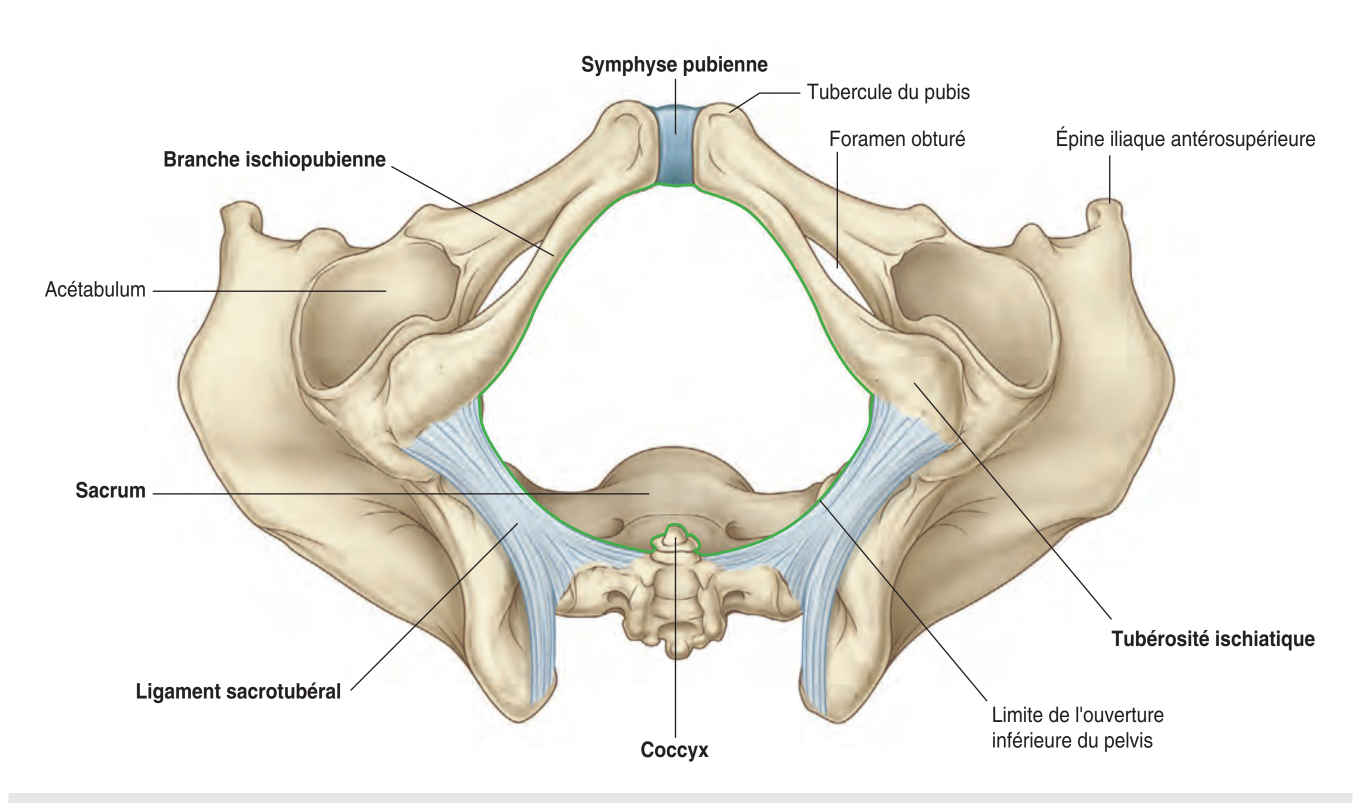


Figure 5.6 Ouverture inférieure du pelvis.

Plancher pelvien

Le plancher pelvien, qui sépare la cavité pelvienne du périnée, est formé de muscles et de fascias (fig. 5.7).

Deux **muscles élévateurs de l'anus** s'attachent en périphérie aux parois du pelvis et sont unis sur la ligne médiane par un raphé de tissu fibreux. Ensemble, ce sont les parties les plus importantes d'une structure en forme de bol ou d'entonnoir appelée le **diaphragme pelvien**, complété en arrière par les **muscles coccygiens**. Ces derniers muscles recouvrent les ligaments sacroépineux et s'étendent des bords du sacrum et du coccyx à une épine saillante du squelette pelvien, l'**épine ischiatique**.

Le diaphragme pelvien forme l'essentiel du plancher pelvien et présente dans sa partie antérieure un hiatus en forme de U en rapport avec des éléments de l'appareil urogénital.

Le canal anal passe du pelvis au périnée par un orifice circulaire et postérieur du diaphragme pelvien.

Le plancher pelvien est soutenu en avant par :

- la membrane du périnée ;
- les muscles de l'**espace périnéal profond**.

La **membrane du périnée** est une épaisse couche fasciale triangulaire qui emplit l'espace entre les bras de l'arcade pubienne, et a un bord postérieur libre (fig. 5.7). L'espace périnéal profond est une étroite région au-dessus de la membrane du périnée.

Les bords du hiatus en U se confondent avec les parois des viscères qui le traversent et, au-dessous, avec les muscles de l'espace périnéal profond.

Le vagin et l'urètre traversent le plancher pelvien pour passer du pelvis au périnée.

Cavité pelvienne

La cavité pelvienne est bordée par du péritoine en continuité avec le péritoine abdominal. Ce péritoine tapisse les faces supérieures des viscères pelviens, mais n'atteint pas le plancher pelvien dans la plupart des régions (fig. 5.8A).

Les viscères pelviens sont situés sur la ligne médiane de la cavité pelvienne. La vessie est antérieure et le rectum postérieur. Chez la femme, l'utérus est placé entre la vessie et le rectum (fig. 5.8B). D'autres structures, comme les vaisseaux et les nerfs, sont situées profondément sous le péritoine en rapport avec les parois pelviennes et de chaque côté des viscères pelviens.

Périnée

Le périnée est situé au-dessous du pelvis entre les membres inférieurs (fig. 5.9). Sa limite est l'ouverture inférieure du pelvis. Une ligne virtuelle reliant les tubérosités ischiatiques divise le périnée en deux régions triangulaires :

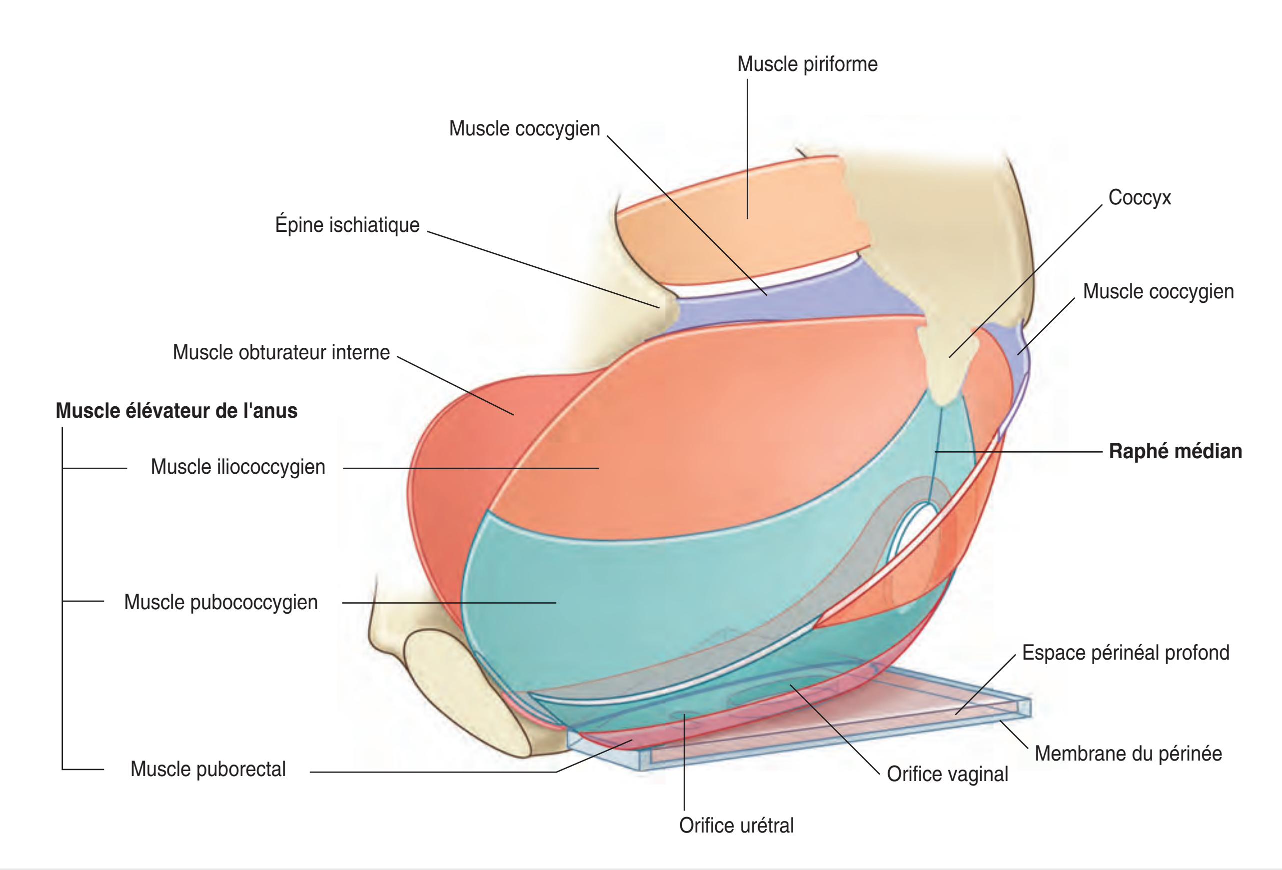


Figure 5.7 Plancher pelvien.

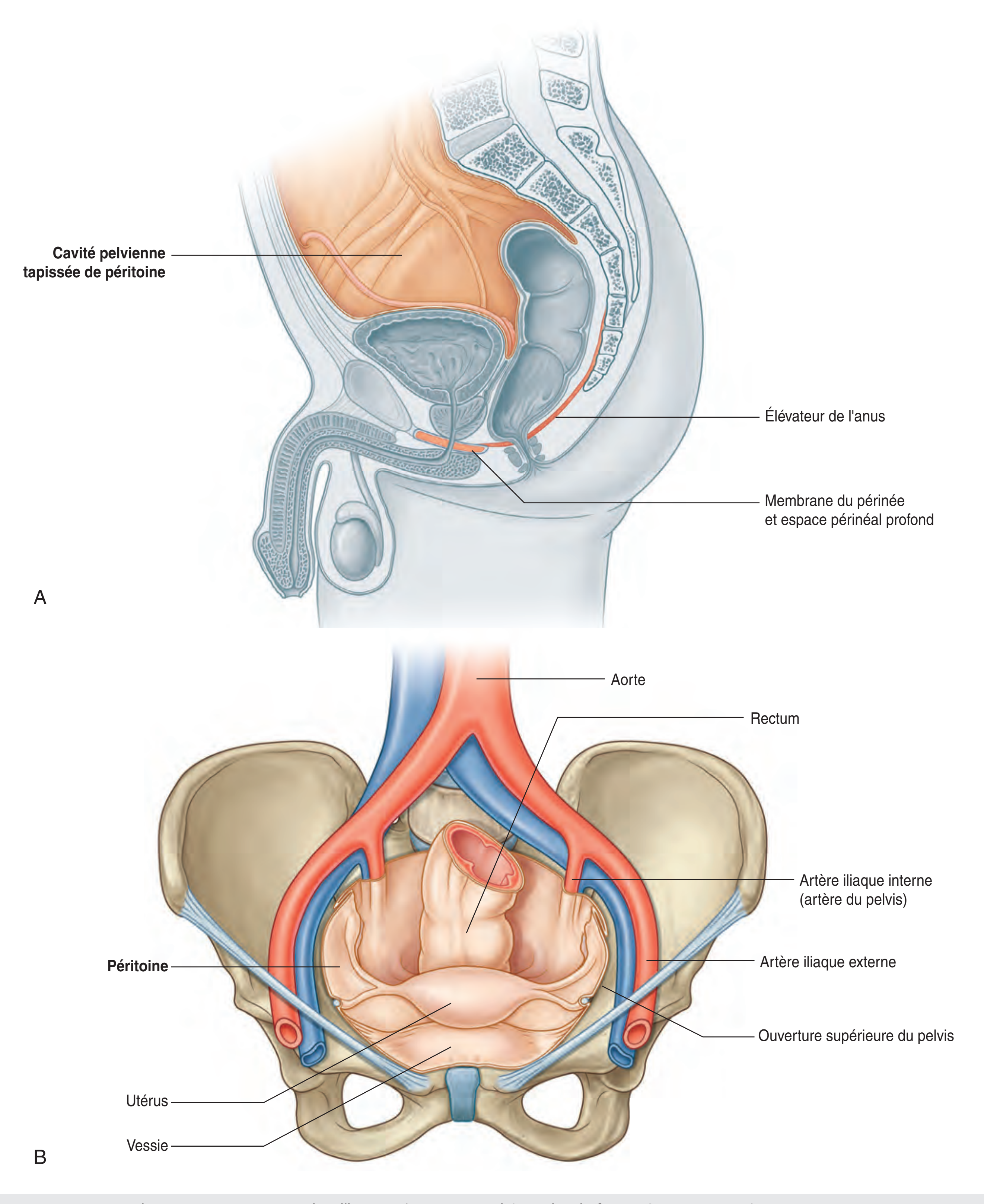
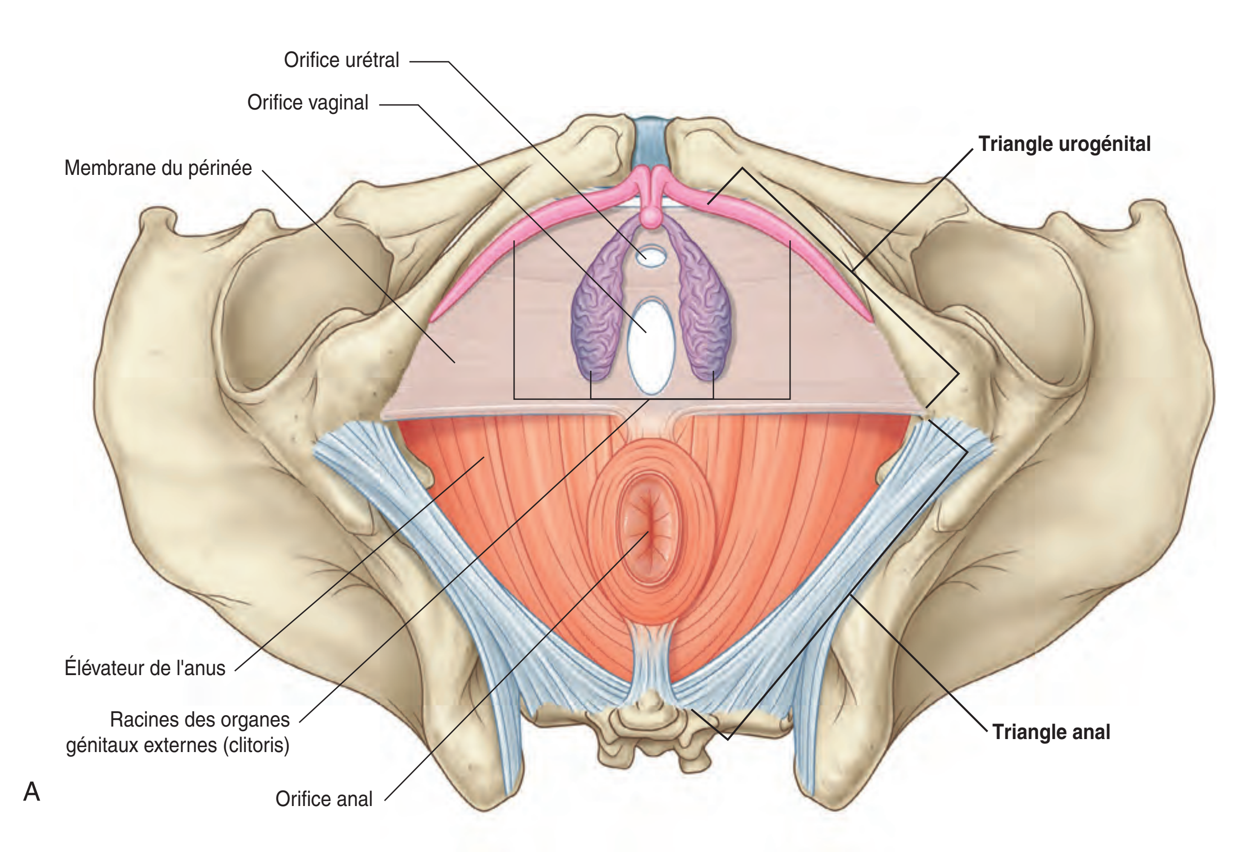


Figure 5.8 Cavité pelvienne et péritoine. **A.** Chez l'homme (coupe sagittale). **B.** Chez la femme (vue antérieure).

- en avant, le **triangle urogénital** contient les racines des organes génitaux externes et, chez la femme, les ouvertures de l'urètre et du vagin (fig. 5.9A). Chez l'homme, la partie distale de l'urètre est entourée par les tissus érectiles et s'ouvre à l'extrémité du pénis (fig. 5.9B) ;
- en arrière, le **triangle anal** présente l'orifice anal.





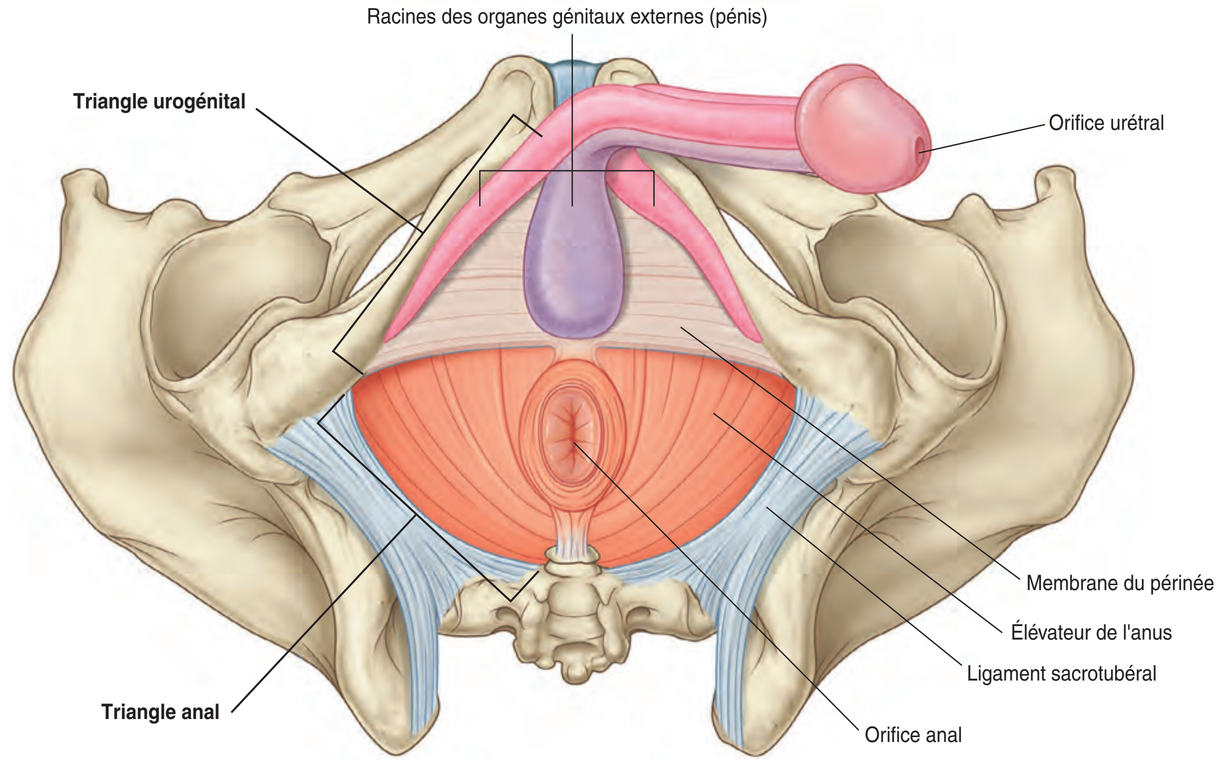


Figure 5.9 Périnée. **A**. Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

RAPPORTS AVEC LES AUTRES RÉGIONS

Abdomen

La cavité du vrai pelvis est en continuité avec la cavité abdominale au niveau de l'ouverture supérieure du pelvis (fig. 5.10A). Toutes les structures passant entre les cavités pelvienne et abdominale, comprenant les gros vaisseaux, les nerfs et les lymphatiques, ainsi que le côlon sigmoïde et les uretères, franchissent l'ouverture supérieure. Chez l'homme, de chaque côté, les conduits déférents traversent la paroi abdominale antérieure et pénètrent dans la cavité pelvienne en surcroisant son ouverture supérieure. Chez la femme, les vaisseaux ovariens, les nerfs et les lymphatiques franchissent l'ouverture supérieure pour atteindre les ovaires, qui sont situés de chaque côté juste au-dessous de cette ouverture supérieure.

Membre inférieur

Trois orifices de la paroi du pelvis communiquent avec le membre inférieur (fig. 5.10A) :

- le canal obturateur ;
- le grand foramen ischiatique ;
- le petit foramen ischiatique.

Le canal obturateur constitue une voie de passage entre la cavité pelvienne et la région des adducteurs de la cuisse. Il est dans la partie supérieure du foramen obturé entre l'os, une membrane de tissu fibreux et les muscles comblant le foramen.

La petite incisure ischiatique, située au-dessous du plancher pelvien, met en communication la région glutéale et le périnée (fig. 5.10B).

La cavité pelvienne communique aussi directement avec le périnée à travers une petite ouverture entre la symphyse pubienne et la membrane du périnée (fig. 5.10B).

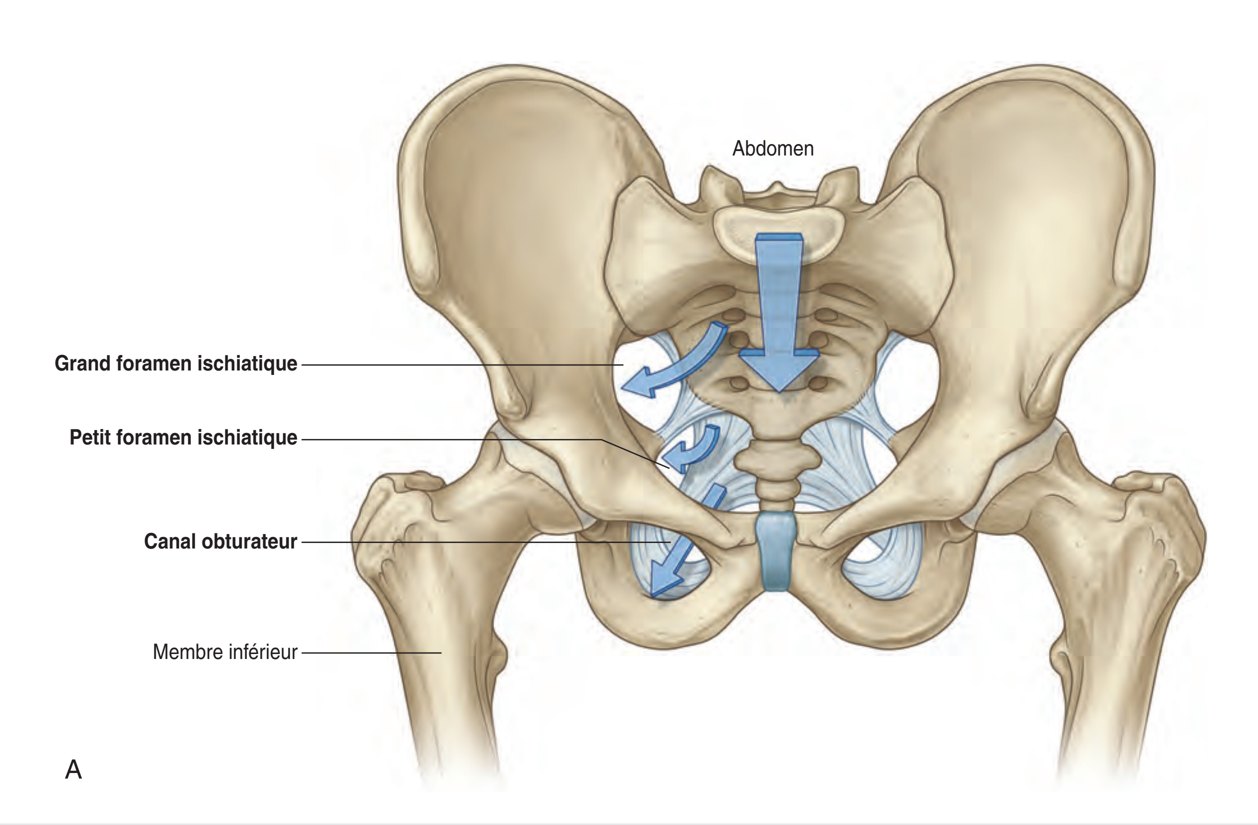


Figure 5.10 Zones de communication entre le vrai pelvis et d'autres régions. **A.** Entre le vrai pelvis, l'abdomen, et le membre inférieur.



POINTS CLÉS

La cavité pelvienne se projette en arrière

En position anatomique, les épines iliaques antérosupérieures et le bord supérieur de la symphyse pubienne sont dans le même plan vertical (fig. 5.11). En conséquence, l'ouverture supérieure du pelvis est inclinée en avant selon un angle de 50–60° par rapport au plan horizontal, et la cavité pelvienne est projetée en arrière par rapport à la cavité abdominale.

Cependant, la partie urogénitale de l'ouverture inférieure du pelvis (l'arcade pubienne) est orientée dans un plan proche de l'horizontale, alors que la partie postérieure de cette ouverture est positionnée plus verticalement. Le triangle urogénital du périnée regarde donc vers le bas, alors que le triangle anal regarde plus vers l'arrière.

D'importantes structures croisent l'uretère dans la cavité pelvienne

Les uretères drainent les reins. Ils ont un trajet vers le bas sur la paroi dorsale de l'abdomen, et croisent l'ouverture supérieure du pelvis pour pénétrer dans la cavité pelvienne. Ils poursuivent leur trajet vers le bas sur la paroi latérale du pelvis et, finalement, gagnent la base de la vessie.

Chez l'homme comme chez la femme, une importante structure croise les uretères : chez la femme, l'artère utérine croise l'uretère en dehors du col de l'utérus (fig. 5.12B) ; et chez l'homme, le conduit déférent surcroise l'uretère juste en arrière de la vessie (fig. 5.12A).

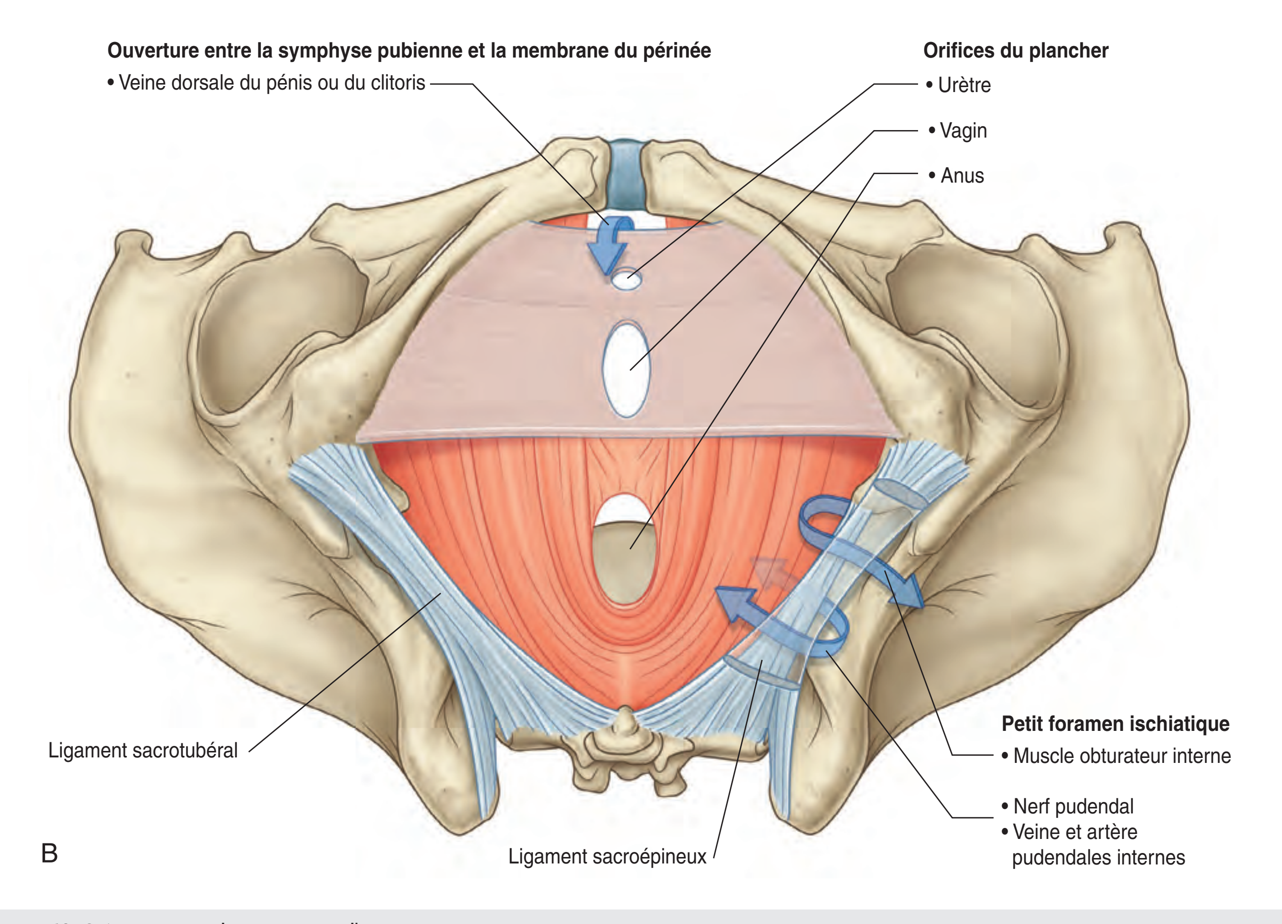


Figure 5.10 Suite. **B.** Entre le périnée et d'autres régions.

Figure 5.11 Orientation du pelvis et de la cavité pelvienne en position anatomique.

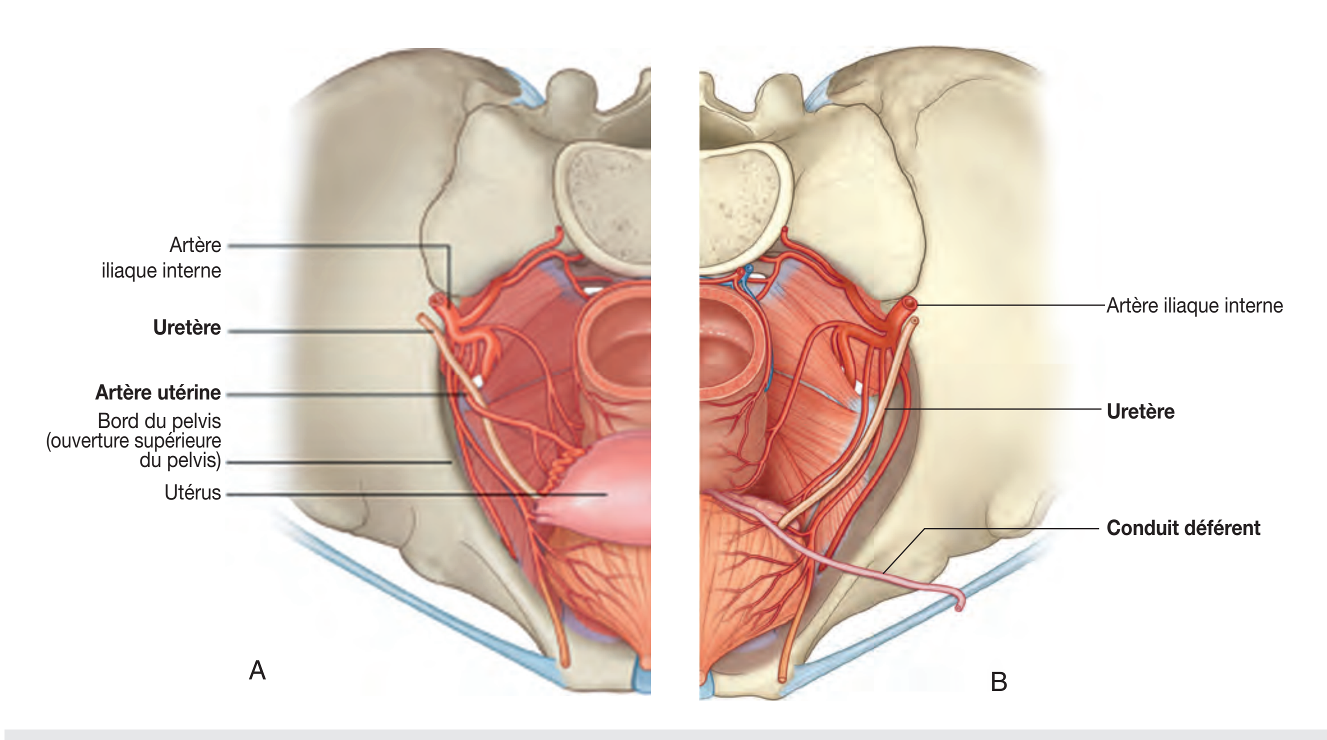


Figure 5.12 Structures croisant les uretères dans la cavité pelvienne. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

La prostate chez l'homme et l'utérus chez la femme sont en avant du rectum

Chez l'homme, la glande prostatique est située immédiatement en avant du rectum, juste au-dessus du plancher pelvien (fig. 5.13). Elle peut être perçue par le toucher rectal.

Dans les deux sexes, le canal anal et le bas rectum peuvent aussi être examinés par le toucher rectal. Chez la femme, le col et la partie inférieure du corps utérin sont également palpables. Cependant, ces structures sont plus aisément palpées par un examen bimanuel : le clinicien introduit l'index et le majeur dans le vagin et son autre main est posée sur la partie inférieure de la paroi abdominale antérieure. Les organes sont perçus entre les deux mains. Cette technique du palper bimanuel peut aussi être utilisée pour l'examen des ovaires et des trompes utérines.

Le périnée est innervé par les segments sacraux de la moelle spinale

Chez l'homme et chez la femme, les dermatomes du périnée reçoivent leur innervation des segments S3 à S5 de la moelle spinale, excepté pour les régions antérieures qui tendent à être innervées par L1 par l'intermédiaire de nerfs de la paroi abdominale (fig. 5.14). Les dermatomes de L2 à S2 concernent surtout le membre inférieur.

La plupart des muscles squelettiques contenus dans le périnée et le plancher pelvien, y compris le sphincter anal externe et le sphincter externe de l'urètre, sont innervés par les segments médullaires S2 à S4.

L'essentiel de l'innervation somatique motrice et sensitive du périnée est fourni par le nerf pudendal qui provient des segments S2 à S4 de la moelle spinale.

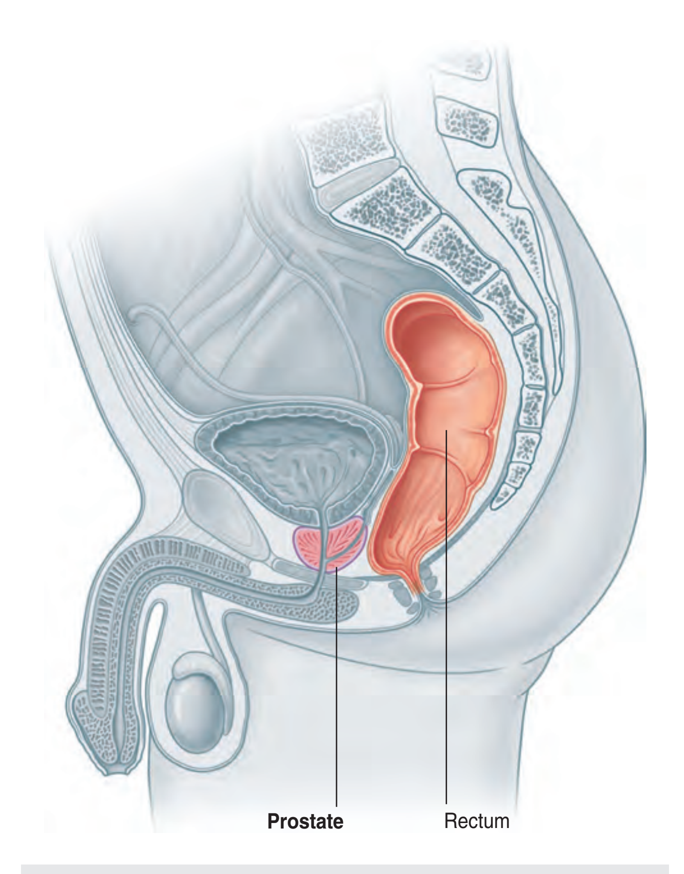
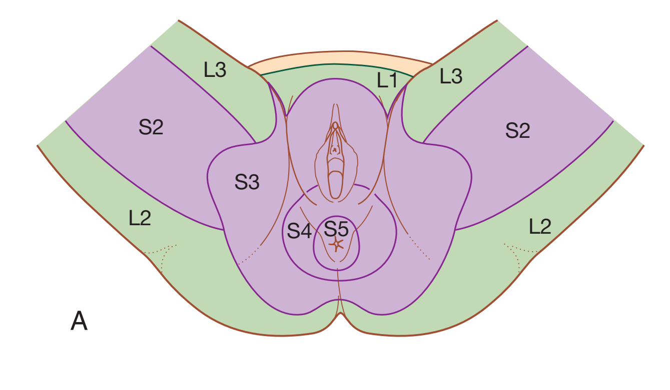


Figure 5.13 Position de la glande prostatique.



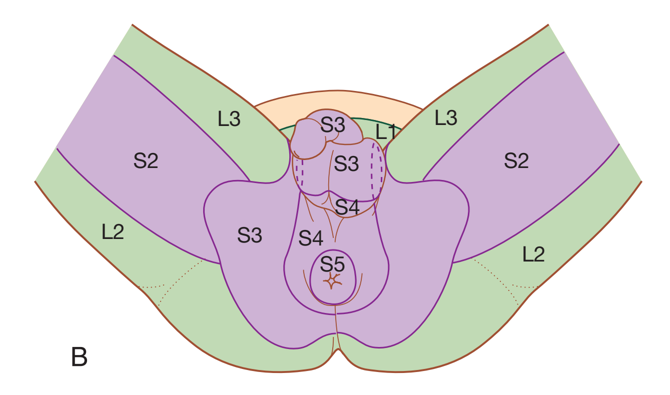


Figure 5.14 Dermatomes du périnée. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

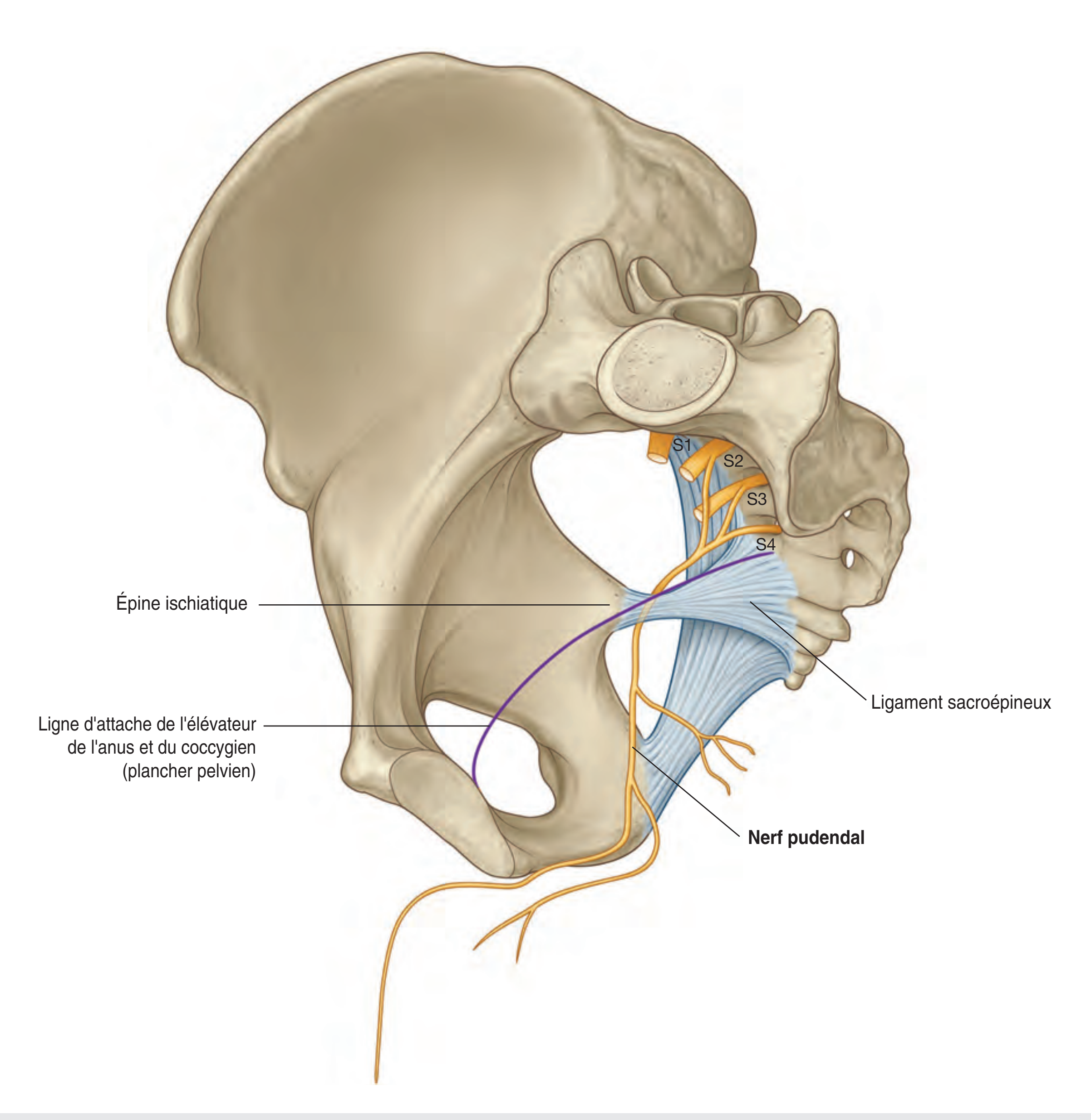


Figure 5.15 Nerf pudendal.

Les nerfs sont en rapport avec le squelette

Le **nerf pudendal** est le principal nerf du périnée et est en rapport direct avec l'épine ischiatique du pelvis (fig. 5.15). De chaque côté, sur la paroi latérale du pelvis, ces épines et les ligaments sacroépineux qui s'y attachent séparent les grands foramens ischiatiques des petits foramens ischiatiques.

Le nerf pudendal sort de la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique et pénètre immédiatement sous le plancher pelvien dans le périnée par le petit foramen ischiatique en contournant l'épine ischiatique (fig. 5.15). L'épine ischiatique peut être palpée chez la femme à travers la paroi vaginale et est un repère qui peut être utilisé pour réaliser un bloc du nerf pudendal.

L'innervation parasympathique provenant des segments médullaires de S2 à S4 contrôle l'érection

L'innervation parasympathique provenant des segments médullaires S2 à S4 contrôle l'érection chez l'homme et chez la femme (fig. 5.16). De chaque côté, les nerfs parasympathiques préganglionnaires quittent les rameaux ventraux des nerfs sacraux spinaux et gagnent le **plexus nerveux hypogastrique inférieur** (plexus pelvien) sur la paroi pelvienne latérale.

Les deux plexus hypogastriques inférieurs sont les prolongements inférieurs du plexus abdominal prévertébral situé sur la paroi abdominale postérieure en rapport avec l'aorte

Nerfs splanchniques pelviens (de S2 à S4)
Nerf hypogastrique
Plexus hypogastrique inférieur
Ligne d'attache du plancher pelvien (élévateur de l'anus et coccygien)
Triangle anal
Triangle urogénital
Prostate
Nerfs des tissus érectiles

Figure 5.16 Les nerfs splanchniques pelviens de S2 à S4 contrôlent l'érection.

abdominale. Les nerfs issus de ces plexus pénètrent le plancher pelvien pour innerver les tissus érectiles du clitoris chez la femme et du pénis chez l'homme.

Les muscles et les fascias du plancher pelvien et du périnée s'entrecroisent au niveau du centre tendineux du périnée

Les structures du plancher pelvien et celles du périnée s'entrecroisent au niveau du **centre tendineux du périnée** (fig. 5.17). Ce nœud fibromusculaire mal limité se situe au centre du périnée, approximativement à mi-distance des deux tubérosités ischiatiques. Convergent sur le centre tendineux du périnée :

- les muscles élévateurs de l'anus du diaphragme pelvien ;
- les muscles des triangles urogénital et anal du périnée, ainsi que les muscles sphinctériens striés associés à l'urètre, au vagin et à l'anus.

Le trajet de l'urètre est différent chez l'homme et la femme

Chez la femme, l'urètre est court et descend de la vessie pour traverser le plancher pelvien et s'ouvrir directement dans le périnée (fig. 5.18A).

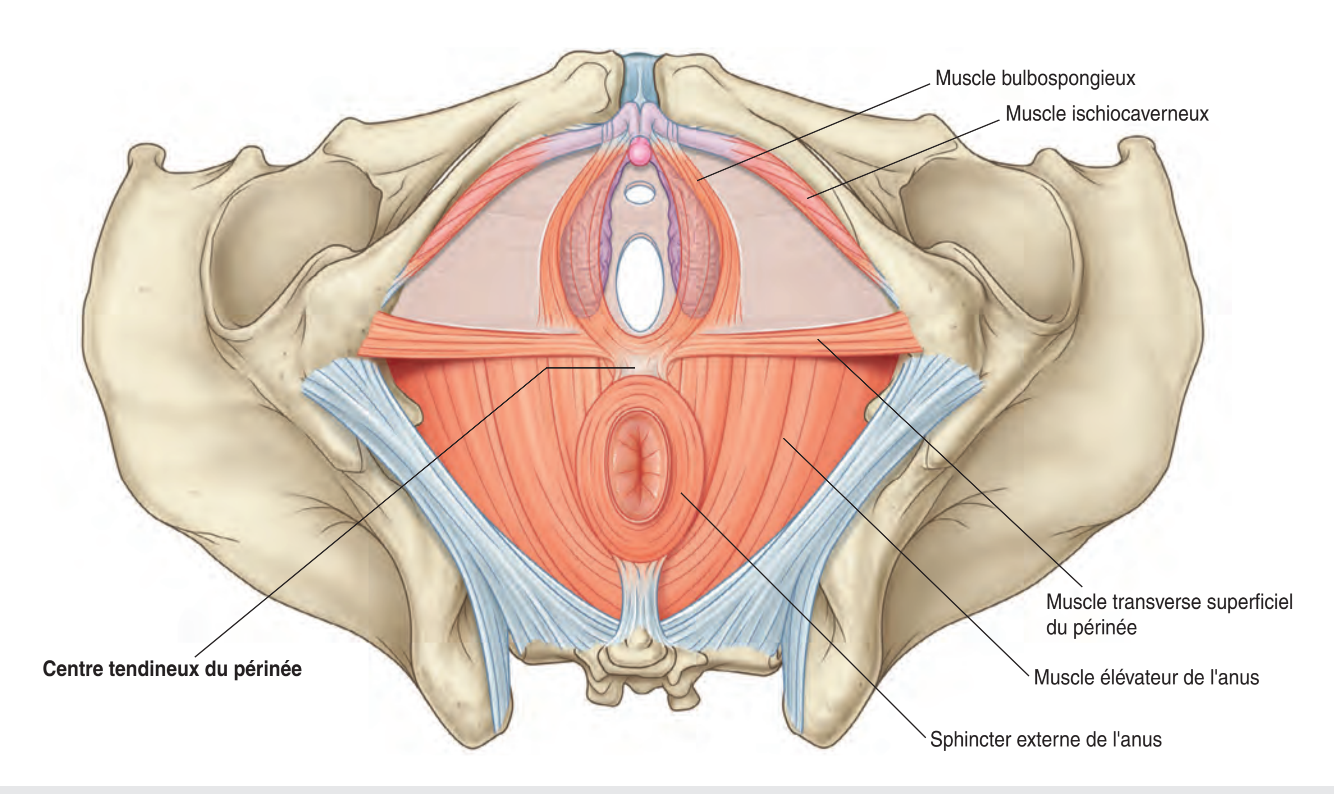


Figure 5.17 Centre tendineux du périnée.

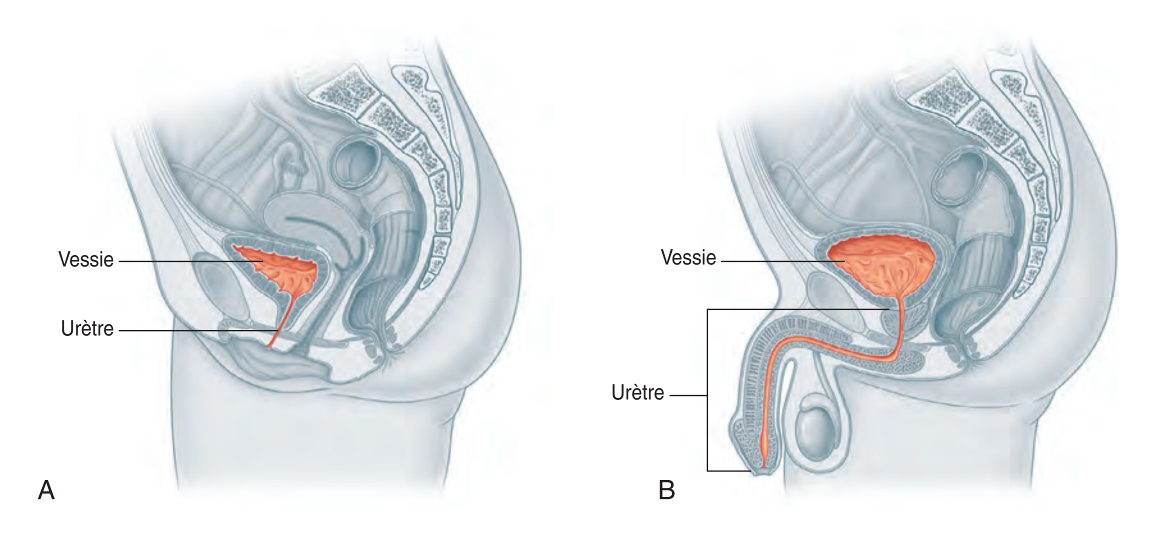


Figure 5.18 Trajet de l'urètre. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.



Chez l'homme, l'urètre traverse la prostate avant de poursuivre son trajet dans l'espace profond du périnée et à travers la membrane du périnée, puis il est entouré par les tissus érectiles du pénis avant de s'ouvrir à l'extrémité du pénis (fig. 5.18B). La partie pénienne de l'urètre de l'homme présente deux angles :

- le plus important de ceux-ci est un angle fixe où l'urètre se recourbe en avant dans la racine du pénis après avoir traversé la membrane du périnée ;
- un autre angle est plus distal lorsque la partie libre du pénis s'incurve vers le bas – quand le pénis est en érection, ce second angle disparaît.

Il est important de prendre en considération les différents trajets de l'urètre chez l'homme et chez la femme lors des cathétérismes ainsi que lors de l'évaluation des traumatismes périnéaux et des pathologies pelviennes.

Anatomie régionale

Le pelvis est une région du corps entourée par le squelette pelvien et les éléments inférieurs de la colonne vertébrale. Il est divisé en deux grandes régions : la région supérieure est le faux (grand) pelvis et est une partie de l'abdomen ; la région inférieure est le vrai (petit) pelvis, qui cerne la cavité pelvienne.

La cavité pelvienne en forme de bol est en continuité en haut avec la cavité abdominale. Le rebord de la cavité pelvienne (l'ouverture supérieure du pelvis) forme un cercle osseux complet. Le plancher pelvien est une structure fibromusculaire séparant la cavité pelvienne, située au-dessus, du périnée, situé au-dessous.

Le périnée est au-dessous du plancher pelvien et sa limite inférieure est formée par l'ouverture inférieure du pelvis. Le périnée contient :

- les orifices terminaux des appareils gastro-intestinal et urinaire ;
- l'orifice externe des voies de la reproduction ;
- les racines des organes génitaux externes.

PELVIS

Squelette

Les os du pelvis sont les os coxaux droit et gauche, le sacrum et le coccyx. Le sacrum s'articule en haut avec la vertèbre LV au niveau de l'articulation lombosacrale. Les os coxaux s'articulent en arrière avec le sacrum au niveau de l'articulation sacro-iliaque et, entre eux, en avant au niveau de la symphyse pubienne.

Os coxal

L'os coxal est de forme irrégulière et est divisé en deux grandes parties par une ligne oblique de la face médiale de l'os (fig. 5.19A) :

- l'os coxal au-dessus de cette ligne forme la paroi latérale du faux pelvis qui fait partie de l'abdomen ;
- l'os coxal au-dessous de cette ligne forme la paroi latérale du vrai pelvis qui contient la cavité pelvienne.

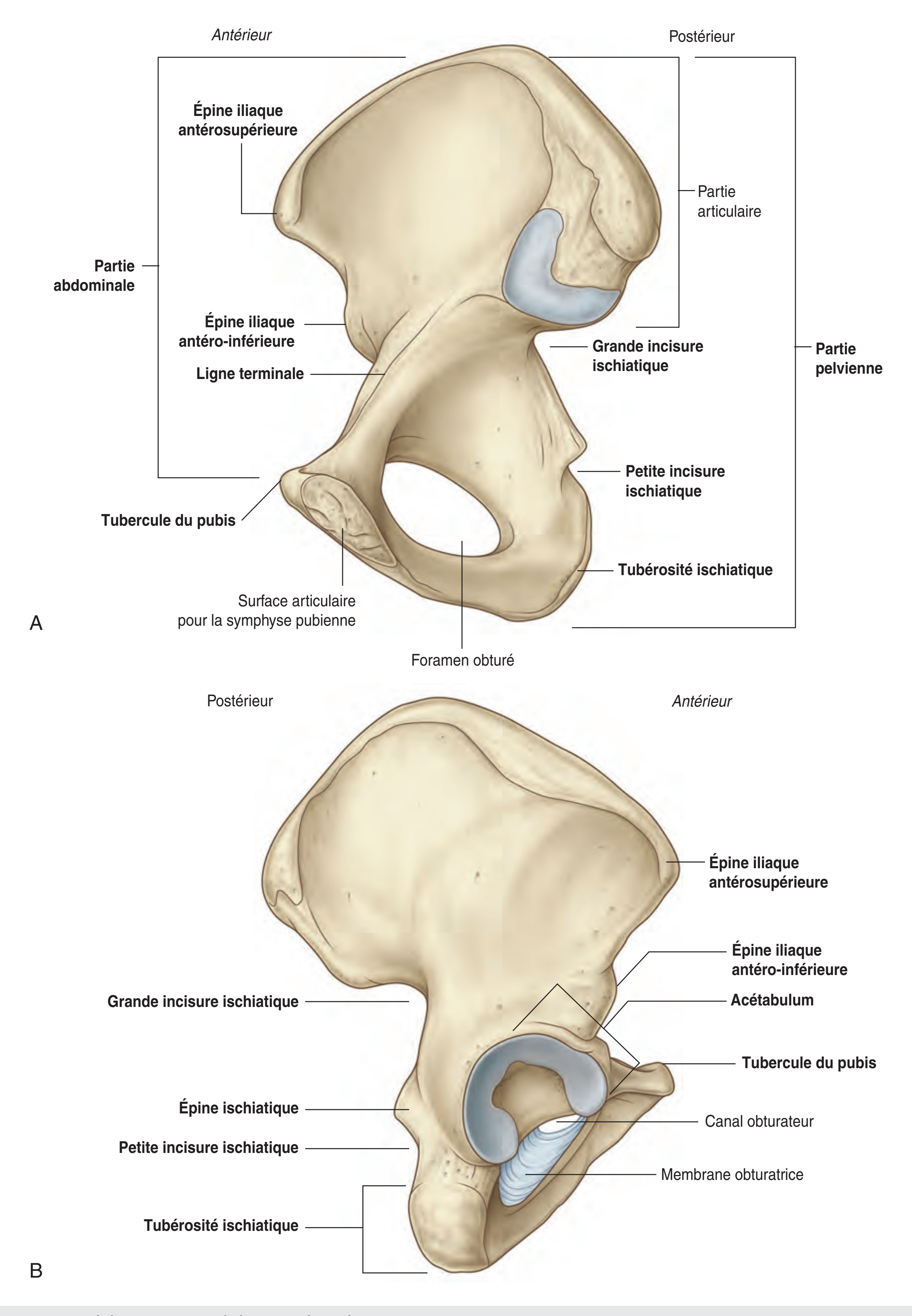


Figure 5.19 Os coxal droit. **A.** Vue médiale. **B.** Vue latérale.

La **ligne terminale** constitue les deux tiers inférieurs de cette ligne et contribue à former le rebord de l'ouverture supérieure du pelvis.

La face latérale de l'os coxal présente une vaste cavité articulaire, l'**acétabulum**, qui, avec la tête du fémur, forme l'articulation de la hanche (fig. 5.19B).

Le vaste **foramen obturé** est au-dessous de l'acétabulum, et est fermé par une membrane aplatie de tissu fibreux, la **membrane obturatrice**. Un petit canal obturateur reste ouvert entre la membrane et l'os adjacent, constituant une voie de communication entre le membre inférieur et la cavité pelvienne.

Le bord postérieur de l'os est marqué par deux incisures séparées par l'**épine ischiatique** :

- la **grande incisure ischiatique** ;
- la **petite incisure ischiatique**.

Le bord postérieur se termine en bas par la volumineuse **tubérosité ischiatique**.

Le bord antérieur de l'os coxal est irrégulier et marqué par l'épine iliaque antérosupérieure, l'épine iliaque antéro-inférieure et le tubercule du pubis.

Composants de l'os coxal

Chaque os coxal est formé de trois éléments : l'ilium, le pubis et l'ischium. À la naissance, ces os sont réunis par du cartilage au niveau de l'aire acétabulaire ; plus tard, entre l'âge de 16 et 18 ans, ils fusionnent en un seul os (fig. 5.20).

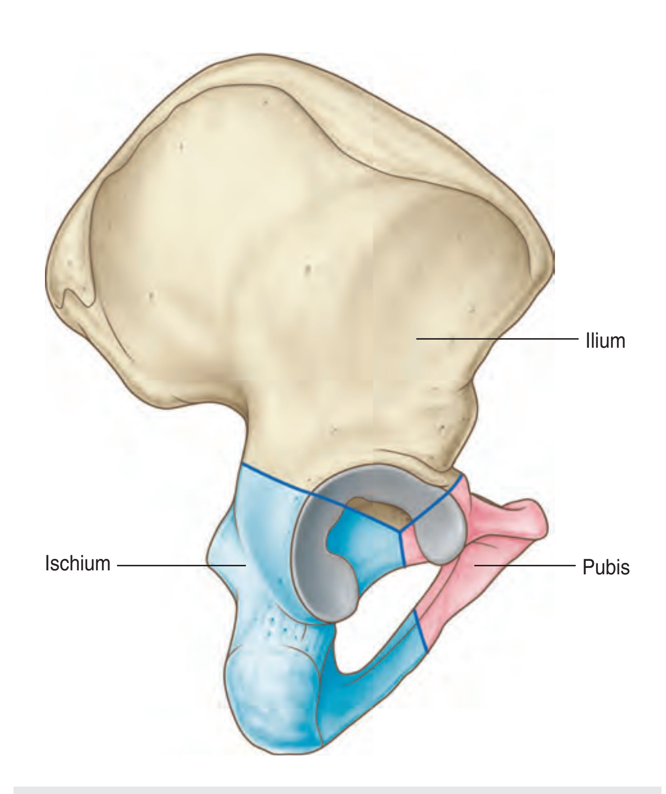


Figure 5.20 Ilium, ischium et pubis.

Ilium

Des trois constituants de l'os coxal, l'**ilium** occupe la position la plus haute.

L'ilium est divisé en une partie supérieure et une partie inférieure par une crête de la face médiale (fig. 5.21A) :

- dorsalement, la crête est tranchante et siège immédiatement au-dessus de la surface osseuse articulaire avec le sacrum. Cette surface sacrale comporte une grande facette en forme de L pour l'articulation avec le sacrum, et une zone rugueuse s'étendant en arrière pour l'insertion des puissants ligaments qui maintiennent l'articulation sacro-iliaque (fig. 5.21) ;
- ventralement, la crête séparant les parties supérieure et inférieure de l'ilium est arrondie et appelée la **ligne arquée**.

La ligne arquée fait partie de la ligne terminale et du bord du pelvis.

La portion de l'ilium s'étendant au-dessous de la ligne arquée est la partie pelvienne de l'ilium et entre dans la constitution de la paroi du petit ou vrai pelvis.

La partie supérieure de l'ilium s'élargit pour former une aile aplatie en éventail qui fournit un support osseux à la partie inférieure de l'abdomen, ou faux pelvis. Cette partie de l'ilium donne insertion à des muscles fonctionnellement rattachés au membre inférieur. La face antéromédiale de l'aile est concave et forme la **fosse iliaque**. La face externe (face glutéale) de l'aile est marquée par des lignes rugueuses et est en rapport avec la région glutéale du membre inférieur (fig. 5.21B).

Tout le bord supérieur de l'ilium est épaissi pour former une crête saillante (la **crête iliaque**), qui donne insertion à des muscles et des fascias de l'abdomen, du dos et du membre inférieur ; elle se termine en formant en avant l'**épine iliaque antérosupérieure** et en arrière l'**épine iliaque postérosupérieure**.

Un tubercule saillant, le tubercule de la crête iliaque, situé près de l'extrémité antérieure de la crête fait saillie latéralement. L'extrémité postérieure de la crête s'épaissit pour former la **tubérosité iliaque**.

Au-dessous de l'épine iliaque antérosupérieure de la crête, le bord antérieur de l'ilium s'arrondit en une protubérance appelée l'**épine iliaque antéro-inférieure**. Cette structure sert de point d'insertion pour le muscle droit de la cuisse (loge antérieure de la cuisse) et le ligament iliofémoral de l'articulation de la hanche. Une saillie moins marquée, l'**épine iliaque postéro-inférieure**, se situe au bord postérieur de la surface sacrale de l'ilium, là où l'os s'incurve en avant pour former le bord supérieur de la grande incisure ischiatique.

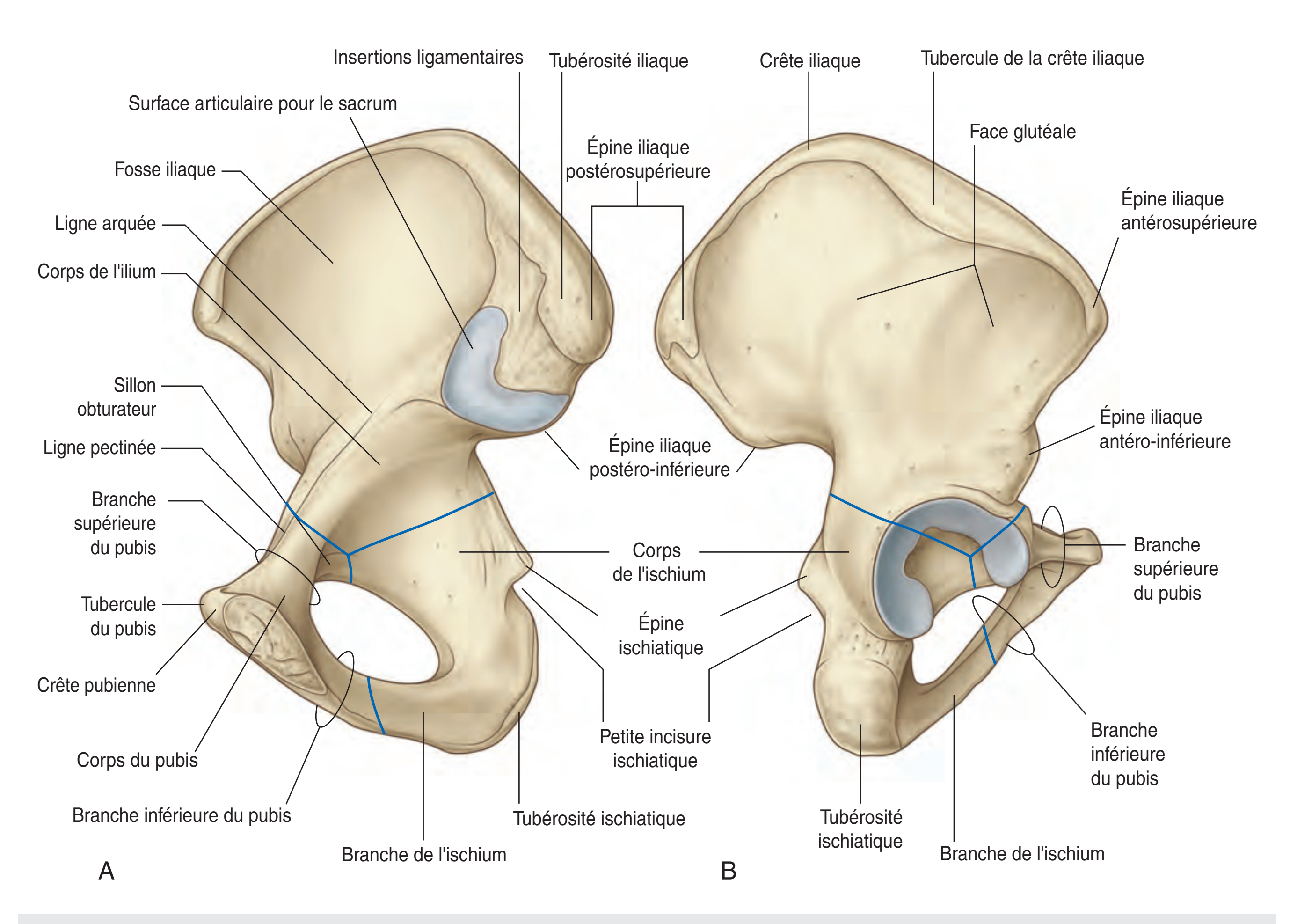


Figure 5.21 Composants de l'os coxal. **A.** Face médiale. **B.** Face latérale.

En clinique

Biopsie de moelle osseuse

Dans certaines maladies (par exemple la leucémie), un échantillon de moelle osseuse doit être obtenu afin d'évaluer le stade et la gravité du problème. La crête iliaque est souvent utilisée pour de telles biopsies de moelle osseuse. La crête iliaque siège à proximité de la surface et est aisément palpable.

Une biopsie de moelle osseuse est réalisée en injectant un anesthésique dans la peau puis en introduisant un trocart à travers la corticale osseuse de la crête iliaque. La moelle osseuse est aspirée et examinée au microscope. Des échantillons de corticale d'os peuvent aussi être prélevés de cette façon pour fournir des informations sur le métabolisme osseux.

Pubis

La partie antérieure et inférieure de l'os coxal est le **pubis** (fig. 5.21). Il a un corps et deux bras (branches) :

- le **corps** est aplati d'avant en arrière et s'articule avec le corps du pubis opposé par la **symphyse pubienne**. Le corps présente sur sa face supérieure une crête pubienne mousse qui se termine latéralement par le proéminent **tubercule du pubis** ;
- la **branche supérieure du pubis** se projette postérolatéralement depuis le corps pour rejoindre par sa base, qui est positionnée vers l'acétabulum, l'ilium et l'ischium. Le bord supérieur aigu de cette surface triangulaire est appelé la **ligne pectinée** (**pecten du pubis**), qui forme une partie de la ligne terminale de l'os coxal et de l'ouverture supérieure du pelvis. La **branche supérieure du pubis** est creusée à sa face inférieure par le **sillon obturateur**, qui forme le bord supérieur du canal obturateur ;



- la branche inférieure se dirige latéralement et en bas pour rejoindre la branche de l'ischium.

Ischium

L'ischium est la partie postérieure et inférieure de l'os coxal (fig. 5.21). Il a :

- un grand corps qui se dirige en haut pour rejoindre l'ilium et la branche supérieure du pubis ;
- une branche qui se dirige en avant pour rejoindre la branche inférieure du pubis.

Le bord postérieur de l'os est marqué par la saillante **épine ischiatique** qui sépare la petite incisure ischiatique, en bas, de la grande incisure ischiatique, en haut.

La caractéristique la plus évidente de l'ischium est la présence d'une volumineuse tubérosité (la **tubérosité ischiatique**) à l'angle postéro-inférieur de l'os. Cette tubérosité est un site important pour l'insertion de muscles du membre inférieur et pour supporter le corps en position assise.

Sacrum

Le sacrum a l'aspect d'un triangle inversé, et est formé par la fusion des cinq vertèbres sacrales (fig. 5.22). La base du sacrum s'articule avec la vertèbre LV, et son sommet s'articule avec le coccyx. Chacune des faces latérales de l'os porte une grande facette en forme de L pour l'articulation avec l'ilium de l'os coxal. Postérieurement à la facette se trouve une vaste zone rugueuse pour l'insertion des ligaments qui supportent l'articulation sacro-iliaque. La face supérieure du sacrum se caractérise par la vue supérieure du corps de la vertèbre SI, flanquée de chaque côté d'un processus transverse étendu comme une aile et appelé **aile du sacrum**. Le bord antérieur du corps vertébral se projette en avant et constitue le **promontoire**. La face antérieure du sacrum est concave ; la face postérieure est convexe. Les processus transverses des vertèbres adjacentes se soudant latéralement par rapport au foramen intervertébral et latéralement par rapport à la bifurcation des nerfs spinaux en rameaux postérieurs et antérieurs. Les rameaux postérieurs et antérieurs des nerfs spinaux S1 à S4 émergent du sacrum à travers des foramens séparés. Il y a quatre paires de **foramens**

Figure 5.22 Sacrum et coccyx. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérieure. **C.** Vue latérale.

sacraux antérieurs sur la face antérieure du sacrum pour les rameaux antérieurs, et quatre paires de **foramens sacraux postérieurs** sur la face postérieure pour les rameaux postérieurs. Le **canal sacral** est la continuation du canal vertébral qui se termine par le **hiatus sacral**.

En clinique

Fracture du pelvis

Le pelvis peut être vu comme une série d'anneaux anatomiques. Il y a trois anneaux osseux et quatre anneaux ostéofibreux. Le principal anneau osseux est formé de parties du sacrum, de l'ilium et du pubis qui constituent l'ouverture supérieure du pelvis. Deux anneaux supplémentaires plus petits sont les foramens obturés. Les grand et petit foramens ischiatiques formés par les grande et petite incisures ischiatiques, les ligaments sacroépineux et sacrotubéral constituent quatre anneaux ostéofibreux. Les anneaux qui sont surtout osseux (c'est-à-dire l'ouverture supérieure du pelvis et les foramens obturés) sont des anneaux fragiles. Il n'est pas possible de casser un côté de l'anneau sans casser l'autre côté de l'anneau, ce qui, en terme clinique, signifie que si une fracture est constatée d'un côté, une seconde fracture doit toujours être suspectée.

Des fractures du pelvis peuvent se produire isolément ; toutefois elles surviennent habituellement chez les patients polytraumatisés et nécessitent une attention particulière.

Considérant la grande surface osseuse du pelvis, une fracture intéresse une aire d'os qui peut saigner de façon significative. Un volumineux hématome peut se constituer et comprimer des organes tels la vessie et les uretères. Cette perte de sang peut se produire rapidement, réduisant le volume sanguin circulant et, à moins qu'il ne soit remplacé, le patient va devenir hypovolémique et un état de choc va se développer.

Les fractures du pelvis peuvent aussi léser des éléments contenus dans le pelvis, provoquant des ruptures de l'urètre, des ruptures possibles du côlon, des lésions nerveuses.

Coccyx

La petite partie terminale de la colonne vertébrale est le coccyx, qui est formé de quatre vertèbres coccygiennes soudées (fig. 5.22) et a, comme le sacrum, la forme d'un triangle inversé. La base du coccyx est orientée vers le haut. La face supérieure porte une facette articulaire avec le sacrum et deux **cornes**, une de chaque côté, qui se projettent vers le haut pour s'articuler ou se fusionner avec des cornes similaires du sacrum se projetant vers le bas. Ces processus sont des processus articulaires supérieurs et inférieurs modifiés, présents sur d'autres vertèbres. Chacune des faces latérales du coccyx a un petit processus transverse rudimentaire partant de la première vertèbre coccygienne. Les arcs vertébraux sont absents des vertèbres coccygiennes ; ainsi, aucun canal vertébral osseux n'est présent au niveau du coccyx.

Articulations

Articulations lombosacrales

Le sacrum s'articule en haut avec la partie lombale de la colonne vertébrale. Les articulations lombosacrales sont situées entre la vertèbre LV et le sacrum et comportent :

- les deux **articulations zygapophysaires**, entre les processus articulaires inférieurs et supérieurs adjacents ;
- un disque intervertébral qui unit les corps des vertèbres LV et S1 (fig. 5.23A).

Ces articulations sont semblables à celles des autres vertèbres, à la différence que le sacrum forme un angle postérieur avec la vertèbre LV. En conséquence, la partie antérieure du disque intervertébral situé entre les deux os est plus épaisse que sa partie postérieure.

Les articulations lombosacrales sont renforcées par de puissants ligaments iliolombal et lombosacral qui s'étendent du volumineux processus transverse de la vertèbre LV, respectivement à l'ilium et au sacrum (fig. 5.23B).

Articulations sacro-iliaques

Les articulations sacro-iliaques transmettent les forces des membres inférieurs à la colonne vertébrale. Ce sont des articulations synoviales entre des facettes en forme de L des faces latérales du sacrum, et des facettes similaires de la partie iliaque des os coxaux (fig. 5.24A). Les surfaces articulaires ont un contour irrégulier et s'accrochent pour résister au déplacement. Avec l'âge, l'articulation devient souvent fibreuse et peut devenir complètement ossifiée.

Chaque articulation sacro-iliaque est stabilisée par trois ligaments :

- le **ligament sacro-iliaque antérieur**, qui est un épaississement de la membrane fibreuse de la capsule articulaire, se situe en avant et en bas de l'articulation (fig. 5.24B) ;
- le **ligament sacro-iliaque interosseux**, qui est le plus important, le plus fort des trois ligaments, est positionné immédiatement au-dessus et en arrière de l'articulation, et s'insère sur des zones voisines rugueuses et étendues de l'ilium et du sacrum, comblant ainsi la brèche entre les deux os (fig. 5.24A,C) ;
- le **ligament sacro-iliaque postérieur** recouvre le ligament sacro-iliaque interosseux (fig. 5.24C).

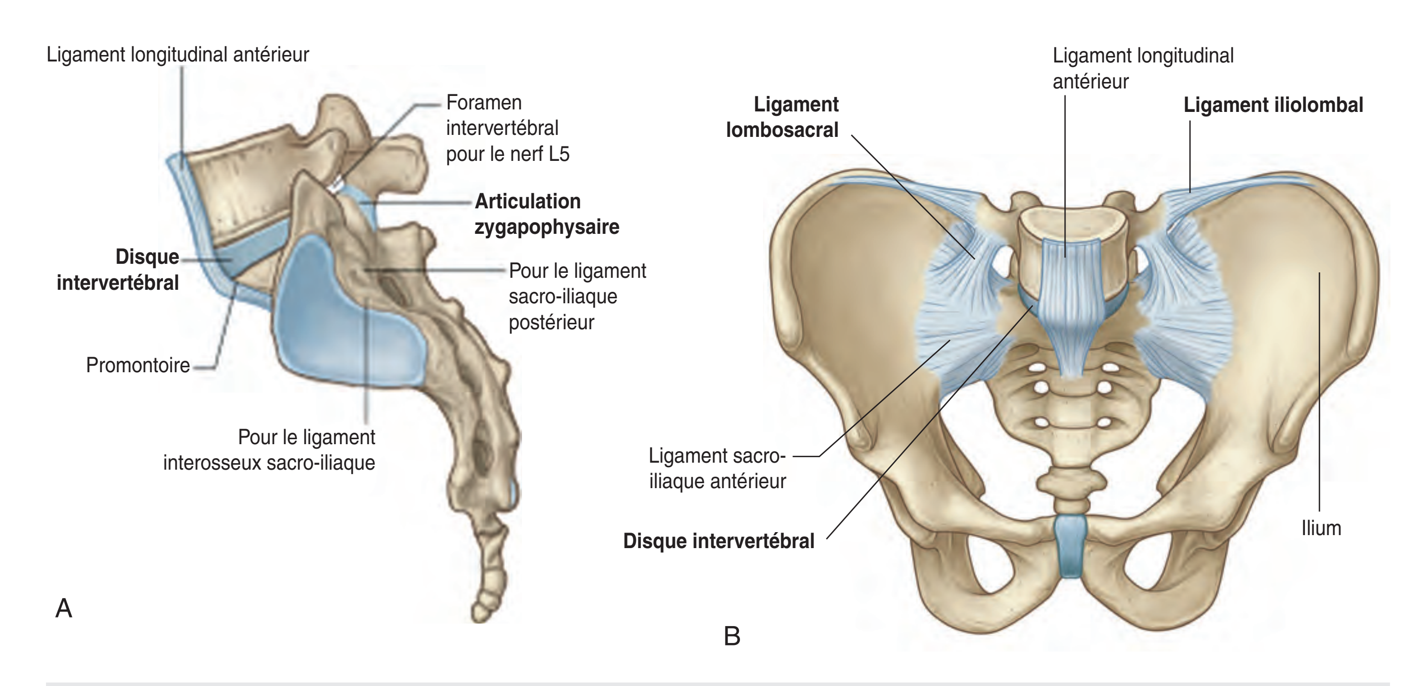


Figure 5.23 Articulations lombosacrales et ligaments associés. **A.** Vue latérale. **B.** Vue antérieure.

Sacrum
Surface articulaire
Ligament sacro-iliaque interosseux (sectionné)
Ligament sacro-iliaque postérieur (sectionné)
A
Articulations sacro-iliaques
Ligament sacroiliaque antérieur
Symphyse pubienne
B
Ligament sacro-iliaque interosseux
Ligament sacro-iliaque postérieur recouvrant le ligament interosseux
C

Figure 5.24 Articulations sacro-iliaques et ligaments associés. **A.** Vue latérale. **B.** Vue antérieure. **C.** Vue postérieure.

Articulation de la symphyse pubienne

La symphyse pubienne siège en avant entre les surfaces adjacentes des pubis (fig. 5.25). Chacune des surfaces articulaires est recouverte de cartilage hyalin et est reliée au travers de la ligne médiane à la surface adjacente par du fibrocartilage. L'articulation est entourée par des couches entremêlées de fibres collagènes et par les deux principaux ligaments qui lui sont associés :

- le **ligament pubien supérieur**, localisé au-dessus de l'articulation ;
- le **ligament pubien inférieur**, localisé au-dessous.

En clinique

Problèmes fréquents avec les articulations sacro-iliaques

Comme pour beaucoup d'articulations portantes, des modifications dégénératives peuvent se produire dans les articulations sacro-iliaques et entraîner douleur et inconfort dans la région. De plus, des anomalies associées à l'antigène du complexe majeur d'histocompatibilité HLA B27, comme la spondylarthrite ankylosante, l'arthrite psoriasique, les arthrites inflammatoires avec maladie digestive inflammatoire, et les arthrites réactionnelles (groupe dit des spondylarthropathies séronégatives), peuvent provoquer des modifications inflammatoires spécifiques dans ces articulations.

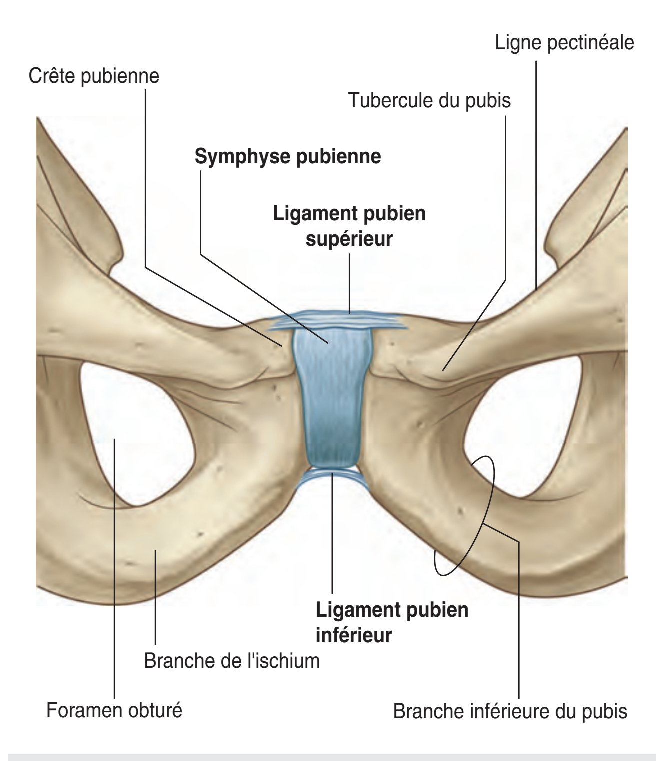


Figure 5.25 Symphyse pubienne et ligaments associés.

Orientation

En position anatomique, le pelvis est orienté de façon telle que le bord frontal du sommet de la symphyse pubienne et les épines iliaques antérosupérieures sont dans un même plan vertical (fig. 5.26). En conséquence, l'ouverture supérieure du pelvis, qui marque l'entrée dans la cavité pelvienne, est inclinée pour regarder en avant, et les corps des pubis et l'arc ischiopubien sont positionnés dans un plan presque horizontal regardant le sol.

Différences entre l'homme et la femme

Les pelvis de la femme et de l'homme diffèrent sous plusieurs aspects, dont beaucoup sont liés au passage du bébé au travers de la cavité pelvienne de la femme durant l'accouchement.

- L'ouverture supérieure du pelvis de la femme est de forme circulaire (fig. 5.27A) comparée à l'ouverture supérieure du pelvis en forme de cœur (fig. 5.27B) de l'homme. La forme plus circulaire est en partie due au promontoire moins marqué et à l'aile plus large du sacrum de la femme.
- L'angle formé par les deux bras de l'arcade pubienne est plus ouvert chez la femme (80–85°) que chez l'homme (50–60°).
- Les épines ischiatiques ne se projettent généralement pas aussi loin médialement dans la cavité pelvienne chez la femme que chez l'homme.

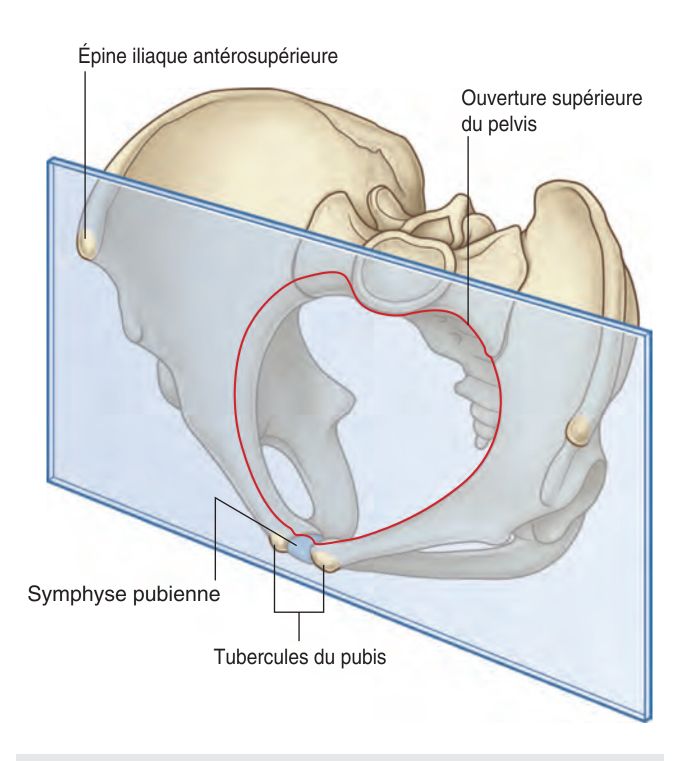


Figure 5.26 Orientation du pelvis (position anatomique).



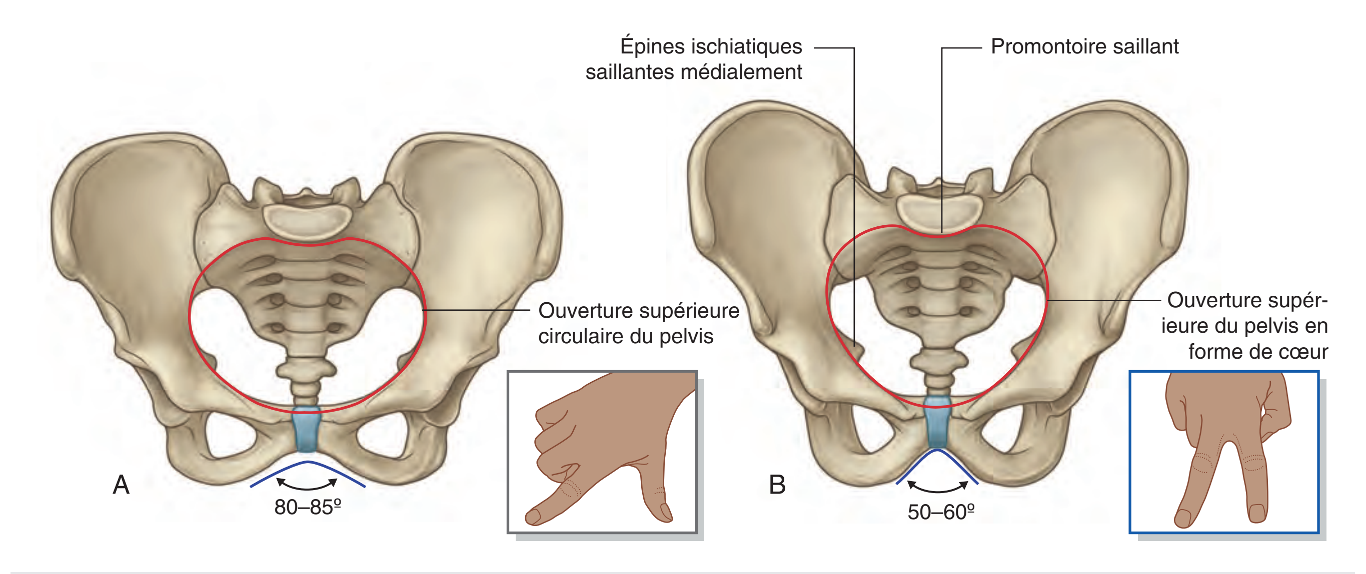


Figure 5.27 Structure du pelvis osseux. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme. L'angle formé par l'arcade pubienne peut être approximativement évalué par l'angle entre le pouce et l'index chez la femme, et l'angle entre l'index et le majeur chez l'homme, comme montré dans les encadrés.

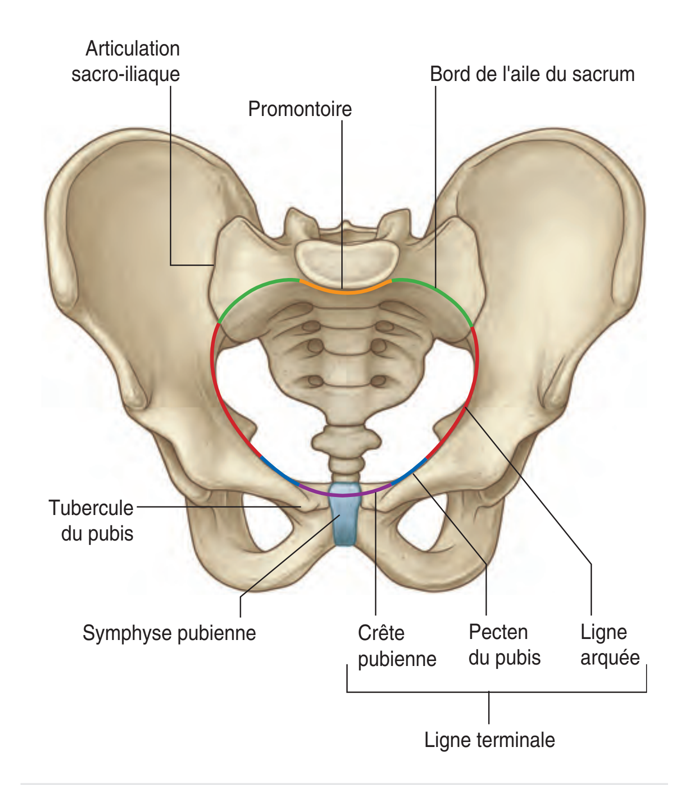


Figure 5.28 Ouverture supérieure du pelvis.

Vrai pelvis

Le vrai pelvis est de forme cylindrique et présente une ouverture supérieure, une paroi et une ouverture inférieure. L'ouverture supérieure est béante alors que le plancher pelvien ferme l'ouverture inférieure séparant la cavité pelvienne, au-dessus, du périnée, au-dessous.

Ouverture supérieure du pelvis

L'ouverture supérieure du pelvis est une ouverture circulaire entre la cavité abdominale et la cavité pelvienne à travers laquelle des structures passent entre les cavités abdominale et pelvienne. Elle est complètement entourée par les os et articulations (fig. 5.28). Le promontoire du sacrum fait saillie dans l'ouverture supérieure, en formant son bord postérieur sur la ligne médiane. De chaque côté du promontoire, le bord est formé par l'aile du sacrum. Le bord de l'ouverture supérieure du pelvis croise ensuite l'articulation sacro-iliaque pour se poursuivre le long de la ligne terminale (c'est-à-dire la ligne arquée, le pecten du pubis ou ligne pectinée et la crête pubienne) jusqu'à la symphyse pubienne.

Paroi pelvienne

Les parois de la cavité pelvienne sont le sacrum, le coccyx, les os coxaux au-dessous de la ligne terminale, deux ligaments et deux muscles.

Ligaments des parois pelviennes

Les ligaments sacroépineux et sacrotubéral (fig. 5.29A) sont des éléments essentiels des parois pelviennes latérales qui délimitent des orifices entre la cavité pelvienne et les régions voisines. Ces orifices laissent passer des structures anatomiques.

- Le plus petit des deux, le ligament sacroépineux, est de forme triangulaire, avec son sommet fixé à l'épine ischiatique et sa base insérée aux bords voisins du sacrum et du coccyx.

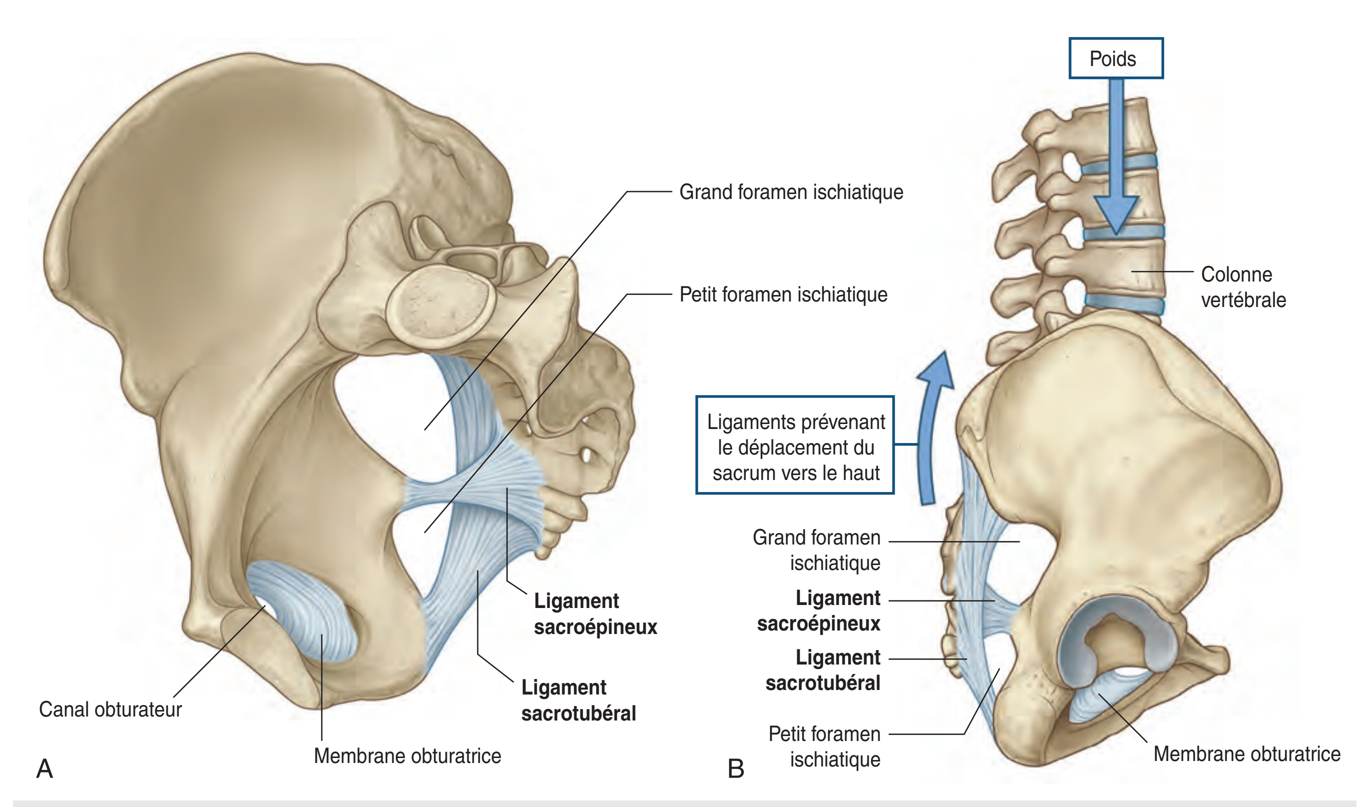


Figure 5.29 Ligaments sacroépineux et sacrotubéral. **A.** Vue médiale du côté droit du pelvis. **B.** Rôle des ligaments.

- Le ligament sacrotubéral est également de forme triangulaire et est superficiel par rapport au ligament sacroépineux. Sa base a une large insertion qui s'étend depuis l'épine iliaque postérosupérieure de l'os coxal, le long de la face dorsale et du bord latéral du sacrum, jusqu'à la face dorsolatérale du coccyx. En dehors, le sommet du ligament s'insère sur le bord latéral de la tubérosité ischiatique.

Ces ligaments stabilisent le sacrum sur l'os coxal en s'opposant au déplacement vers le haut de la partie inférieure du sacrum (fig. 5.29B). Ils transforment également en foramens les grande et petite incisures ischiatiques de l'os coxal (fig. 5.29A,B).

- Le **grand foramen ischiatique** est situé au-dessus du ligament sacroépineux et de l'épine ischiatique.
- Le **petit foramen ischiatique** est situé au-dessous de l'épine ischiatique et du ligament sacroépineux entre les ligaments sacroépineux et sacrotubéral.

Muscles de la paroi pelvienne

Deux muscles, l'obturateur interne et le piriforme, contribuent à la constitution des parois latérales de la cavité pelvienne. Ces muscles ont leur origine dans la cavité pelvienne mais se fixent en périphérie au fémur.

Obturateur interne

L'obturateur interne est un muscle plat en forme d'éventail qui a son origine sur la face profonde de la membrane obturatrice et les régions voisines de l'os coxal qui entourent le foramen obturé (fig. 5.30 et tableau 5.1).

Les fibres musculaires de l'obturateur interne convergent pour former un tendon qui sort de la cavité pelvienne par le petit foramen ischiatique, en décrivant un angle de 90° autour de l'ischium entre l'épine ischiatique et la tubérosité ischiatique, puis passe en arrière de l'articulation de la hanche pour s'insérer sur le grand trochanter du fémur.

L'obturateur interne forme une grande partie de la paroi antérolatérale de la cavité pelvienne.

Piriforme

Le piriforme est de forme triangulaire et a son origine sur les ponts osseux entre les quatre foramens sacraux antérieurs. Latéralement, il traverse le grand foramen ischiatique, croise la face postérosupérieure de la hanche, et s'insère sur le grand trochanter du fémur au-dessus de l'insertion du muscle obturateur interne (fig. 5.30 et tableau 5.1).

Une grande partie de la paroi postérolatérale de la cavité pelvienne est formée par le piriforme. De plus, ce muscle divise le grand foramen ischiatique en deux régions, l'une au-dessus du muscle, l'autre au-dessous. Des vaisseaux et des nerfs cheminant entre la cavité pelvienne et la région glutéale passent à travers ces deux régions.



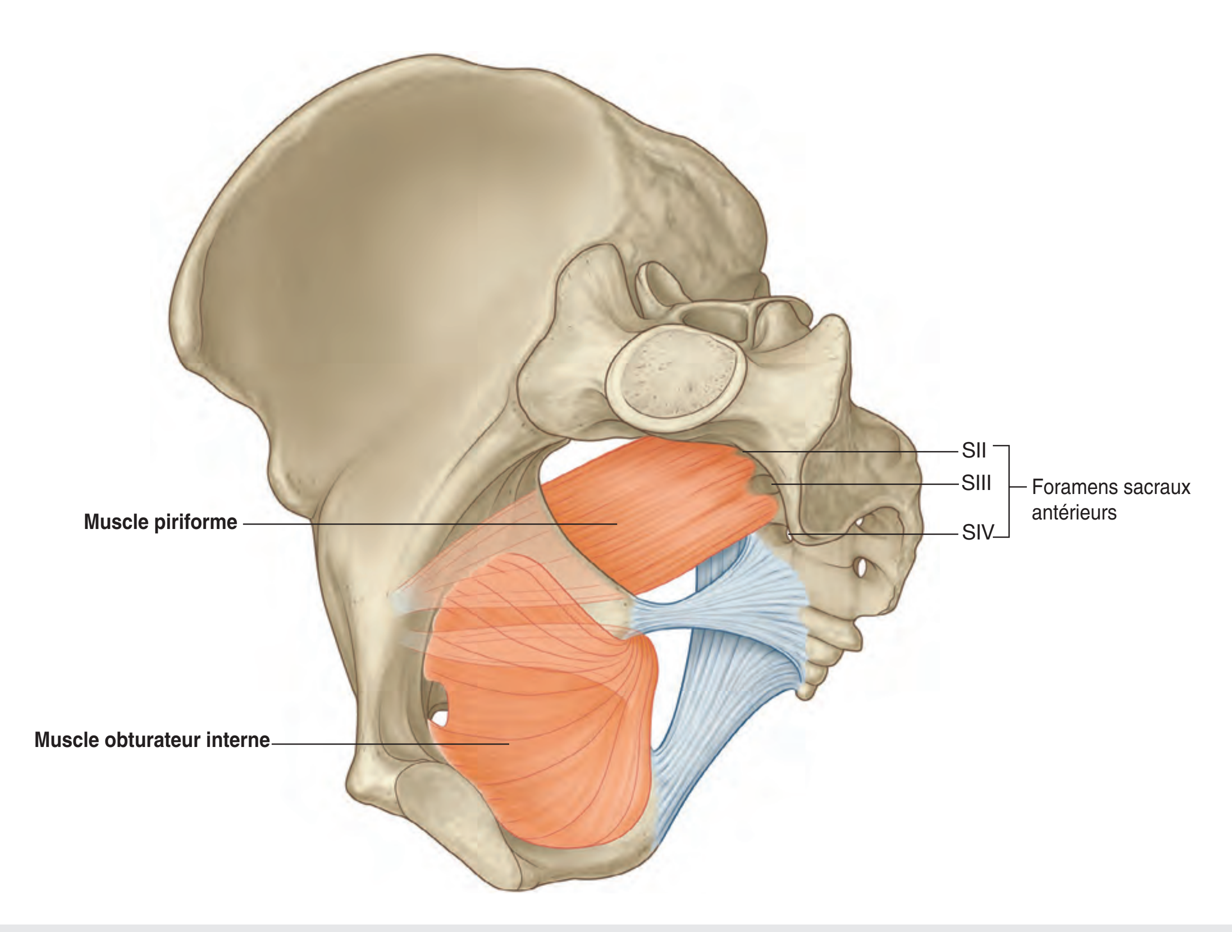


Figure 5.30 Muscles obturateur interne et piriforme (vue médiale du côté droit du pelvis).

Tableau 5.1 Muscles des parois pelviennes.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Obturateur interne	Paroi antérolatérale du vrai pelvis (face profonde de la membrane obturatrice et os l'entourant)	Face médiale du grand trochanter du fémur	Nerf de l'obturateur interne **L5, S1**	Rotation latérale de la hanche en extension ; abduction de la hanche en flexion
Piriforme	Face antérieure du sacrum entre les foramens sacraux antérieurs	Côté médial du bord supérieur du grand trochanter du fémur	Rameaux de **S1** et **S2**	Rotation latérale de la hanche en extension ; abduction de la hanche en flexion

Orifices de la paroi pelvienne

Chacune des parois latérales comporte trois orifices à travers lesquels passent des éléments entre la cavité pelvienne et d'autres régions :

- le canal obturateur ;
- le grand foramen ischiatique ;
- le petit foramen ischiatique.

Canal obturateur

Au sommet du foramen obturé se situe le canal obturateur, qui est limité par la membrane obturatrice, les muscles obturateurs voisins et la branche supérieure du pubis (fig. 5.31). Le nerf et les vaisseaux obturateurs passent par ce canal de la cavité pelvienne à la cuisse.

Grand foramen ischiatique

Le grand foramen ischiatique est une importante voie de communication entre la cavité pelvienne et le membre inférieur (fig. 5.31). Il est formé par l'incisure ischiatique de l'os coxal, les ligaments sacrotubéral et sacroépineux, et l'épine de l'ischium.

Le muscle piriforme traverse le grand foramen ischiatique, le divisant en deux parties :

- les nerfs et vaisseaux glutéaux supérieurs traversent le foramen au-dessus du piriforme ;
- les nerfs et les vaisseaux glutéaux inférieurs, le nerf sciatique, le nerf pudendal, les vaisseaux pudendaux internes, le nerf cutané postérieur de la cuisse, et les nerfs destinés aux muscles obturateur interne et carré fémoral traversent le foramen au-dessous du piriforme.

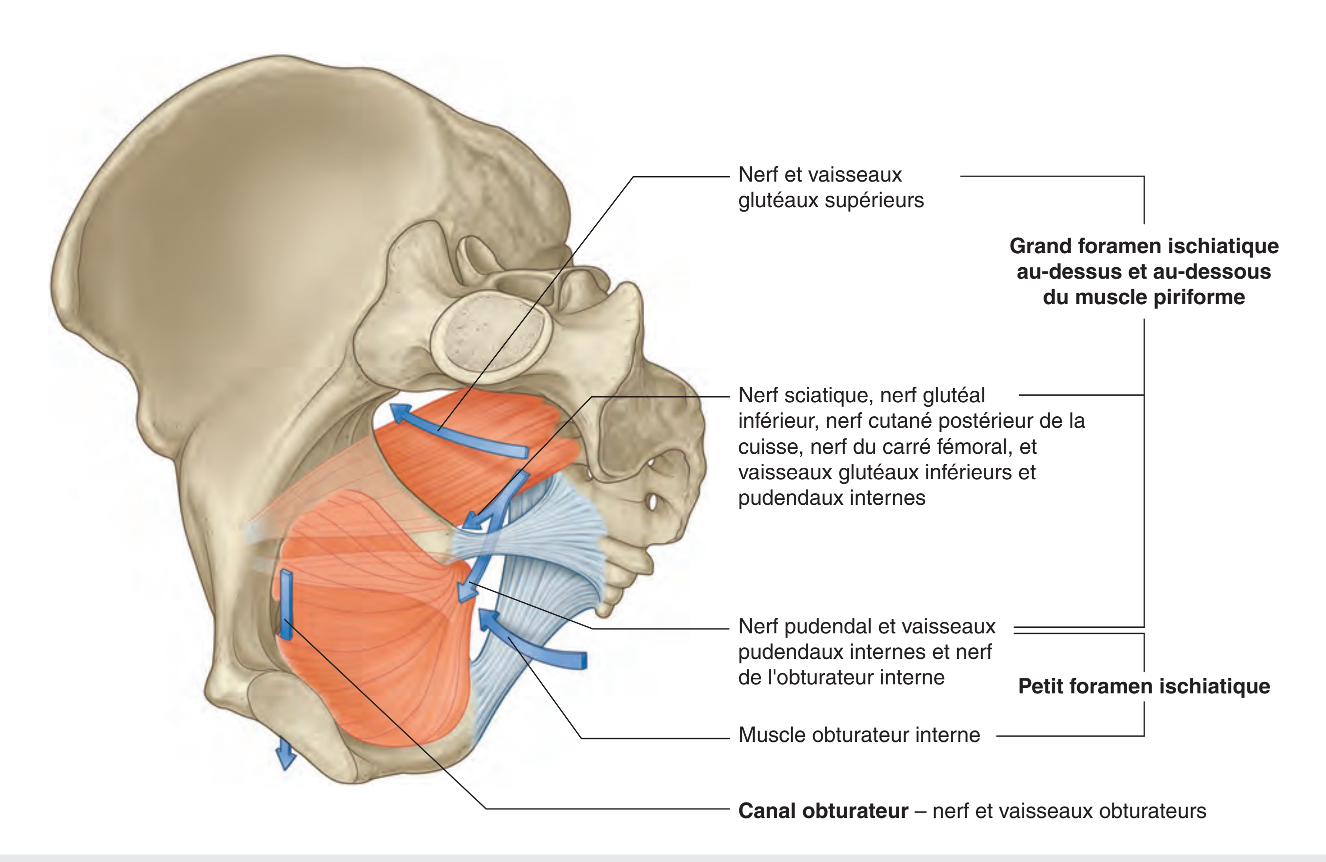


Figure 5.31 Orifices de la paroi pelvienne.

Petit foramen ischiatique

Le petit foramen ischiatique est formé par la petite incisure de l'os coxal, l'épine ischiatique, le ligament sacroépineux et le ligament sacrotubéral (fig. 5.31). Le tendon du muscle obturateur interne traverse ce foramen pour entrer dans la région glutéale du membre inférieur.

Le petit foramen ischiatique étant situé au-dessous de l'insertion du plancher pelvien, il sert de voie de communication entre le périnée et la région glutéale. Le nerf pudendal et les vaisseaux pudendaux internes passent de la cavité pelvienne (au-dessus du plancher pelvien) au périnée (au-dessous du plancher pelvien). Ils sortent tout d'abord de la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique, puis décrivent une courbe autour de l'épine ischiatique et du ligament sacroépineux pour entrer dans le périnée. Le nerf de l'obturateur interne suit un trajet semblable.

Ouverture inférieure du pelvis

L'ouverture inférieure du pelvis est de forme losangique, avec la partie antérieure du losange essentiellement limitée par l'os, et la partie postérieure surtout par des ligaments (fig. 5.32). Sur la ligne médiane en avant, la limite de l'ouverture inférieure du pelvis est la symphyse pubienne. S'étendant latéralement et vers l'arrière, la limite de chaque côté est le bord inférieur du corps du pubis, la branche inférieure du pubis, la branche de l'ischium et la tubérosité ischiatique. Ensemble, ces éléments forment de chaque côté l'arcade pubienne.

À partir des tubérosités ischiatiques, les limites se continuent en arrière et médialement le long des ligaments sacrotubéraux de chaque côté jusqu'au coccyx.

Les parties terminales des appareils urinaire et gastro-intestinal et le vagin traversent l'ouverture inférieure du pelvis.

L'espace compris dans ces limites de l'ouverture inférieure du pelvis et situé au-dessous du plancher pelvien est le **périnée**.

Plancher pelvien

Le plancher pelvien est formé par le diaphragme pelvien et, sur la ligne médiane en avant, par la membrane du périnée et par les muscles de l'espace profond du périnée. Le diaphragme pelvien est formé de chaque côté par les muscles élévateur de l'anus et coccygien. Le plancher pelvien sépare la cavité pelvienne, au-dessus, du périnée, au-dessous.

Diaphragme pelvien

Le diaphragme pelvien est la partie musculaire du plancher pelvien. En forme de bol ou d'entonnoir et attaché vers le haut aux parois du pelvis, il est composé des muscles élévateur de l'anus et coccygien (fig. 5.34 et tableau 5.2).

La ligne d'insertion circulaire du diaphragme pelvien à la paroi cylindrique du pelvis passe de chaque côté entre les grand et petit foramens ischiatiques. Ainsi :

- le grand foramen ischiatique est situé au-dessus du niveau du plancher pelvien et est une voie de communication entre la cavité pelvienne et la région glutéale du membre inférieur ;



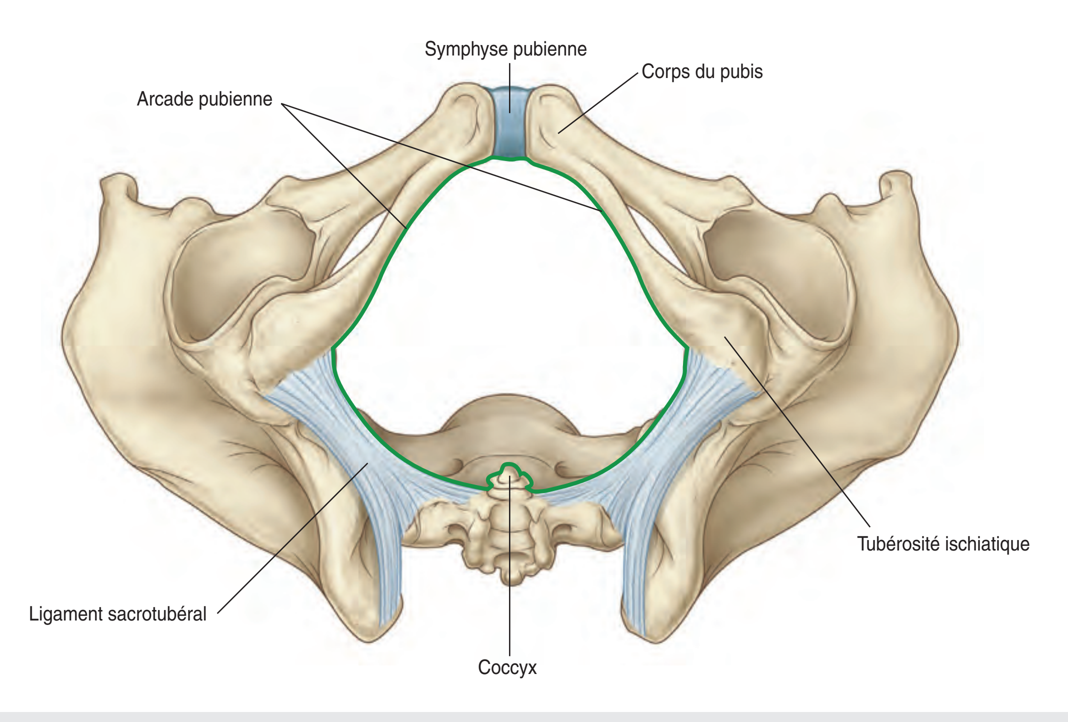


Figure 5.32 Ouverture inférieure du pelvis.

En clinique

Mesures pelviennes en obstétrique

Les mesures transverse et sagittale des ouvertures supérieure et inférieure du pelvis de la femme peuvent aider à prévoir la probabilité d'une délivrance vaginale normale. Ces mesures comprennent :

- le diamètre sagittal de l'ouverture supérieure (entre le promontoire et le point culminant de la symphyse pubienne) ;
- le diamètre transverse maximal de l'ouverture supérieure ;
- le diamètre biépineux de l'ouverture inférieure (la distance entre les épines ischiatiques) ;
- le diamètre sagittal de l'ouverture inférieure (la distance entre le sommet du coccyx et le bord inférieur de la symphyse pubienne).

Ces mesures peuvent être obtenues en utilisant l'imagerie par résonance magnétique qui ne comporte pas de risque pour le fœtus ou pour la mère (fig. 5.33).

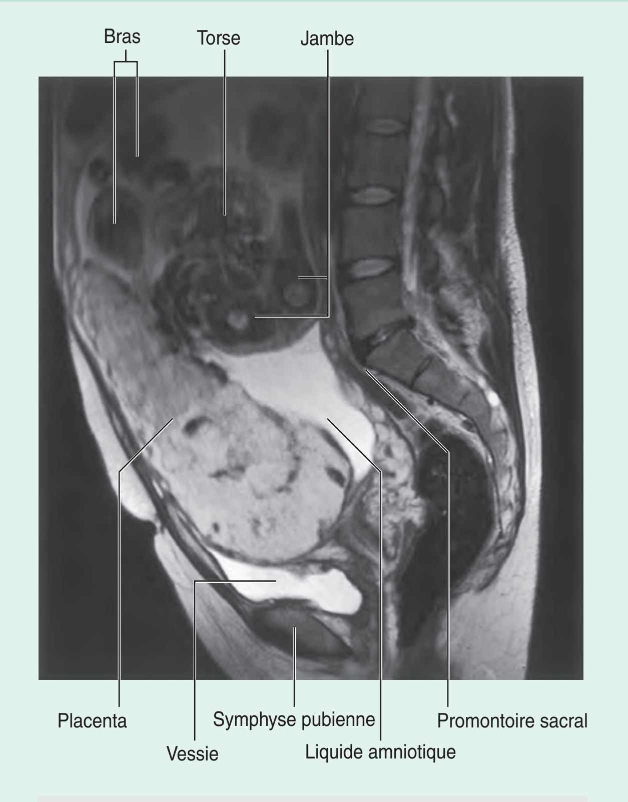


Figure 5.33 IRM, coupe sagittale en T2 de l'abdomen inférieur et du pelvis d'une femme enceinte.

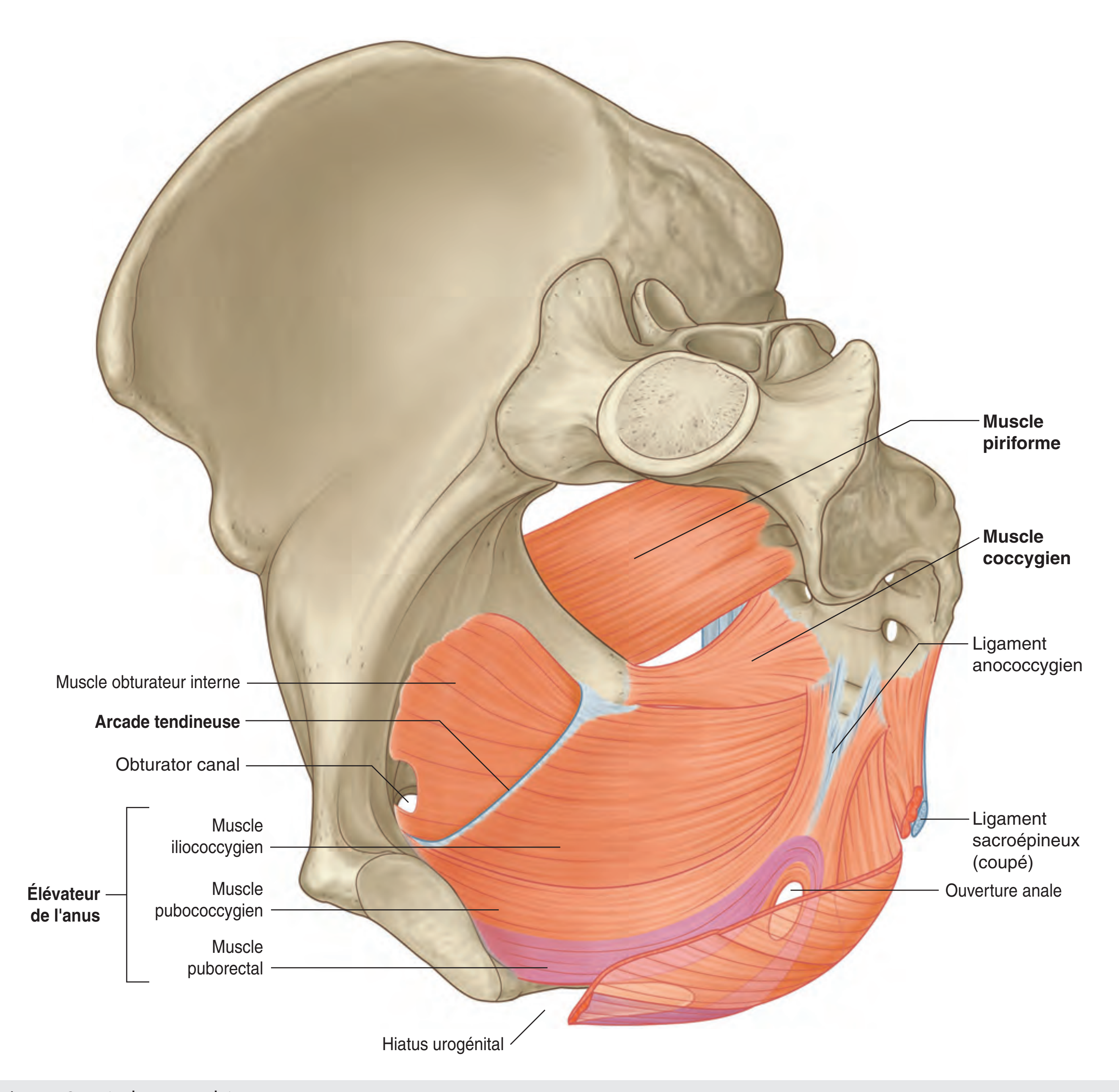


Figure 5.34 Diaphragme pelvien.

Tableau 5.2 Muscles du diaphragme pelvien.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Élévateur de l'anus	Selon une ligne autour de la paroi pelvienne commençant sur la face postérieure du pubis et continuant sur le muscle obturateur interne en une arcade tendineuse (épaississement du fascia de l'obturateur interne) jusqu'à l'épine ischiatique	La partie antérieure est attachée à la face supérieure de la membrane du périnée. La partie postérieure rencontre la partie opposée au niveau du centre tendineux du périnée, autour du canal anal, et le long du ligament anococcygien	Branches directes des rameaux ventraux de S4, et par le rameau rectal inférieur du nerf pudendal (S2 à S4)	Contribue à la formation du plancher pelvien, qui supporte les viscères pelviens. Maintient un angle entre le rectum et le canal anal. Renforce le sphincter externe anal et, chez la femme, fonctionne comme un sphincter vaginal
Coccygien	Épine ischiatique et face pelvienne du ligament sacroépineux	Bord latéral du coccyx et bord voisin du sacrum	Branches des rameaux ventraux de S3 et S4	Contribue à la formation du plancher pelvien, qui supporte les viscères pelviens. Tire le coccyx vers l'avant après la défécation

- le petit foramen ischiatique est situé au-dessous du plancher pelvien, fournissant une voie de communication entre la région glutéale du membre inférieur et le périnée.

Élévateur de l'anus

Les deux muscles élévateurs de l'anus ont leur origine de chaque côté sur la paroi pelvienne, se dirigent médialement et vers le bas, et se rejoignent sur la ligne médiane. L'insertion à la paroi pelvienne suit le contour circulaire de cette paroi et comporte :

- la face postérieure du corps du pubis ;
- un épaississement linéaire du fascia couvrant le muscle obturateur interne appelé l'**arcade tendineuse** ;
- l'épine de l'ischium.

Sur la ligne médiane, les muscles s'entremêlent en arrière du vagin chez la femme, et autour de l'ouverture pour le canal anal dans les deux sexes. En arrière de l'ouverture pour le canal anal, les muscles réunis forment un ligament ou raphé appelé le **ligament anococcygien** (**raphé anococcygien**) et se fixent au coccyx. En avant, les muscles sont séparés par un vide, ou une brèche en U, nommé le **hiatus urogénital**. Les bords du hiatus se confondent avec les parois des viscères voisins et avec les muscles de l'espace profond du périnée au-dessous. Le hiatus permet à l'urètre (chez l'homme et chez la femme) et au vagin (chez la femme) de passer à travers le diaphragme pelvien (fig. 5.34).

Les muscles élévateurs de l'anus sont divisés en au moins trois faisceaux de fibres musculaires, selon leur site d'origine et les rapports aux viscères sur la ligne médiane : les muscles pubococcygien, puborectal et iliococcygien.

- Le **pubococcygien** a son origine sur le corps du pubis et se dirige en arrière pour s'attacher sur la ligne médiane en arrière jusqu'au coccyx. Cette partie du muscle est encore subdivisée selon ses rapports avec les éléments médians en muscles **puboprostatique (élévateur de la prostate**), **pubovaginal** et **puboanal**.
- Un deuxième faisceau essentiel de fibres musculaires, la portion **puborectale** de l'élévateur de l'anus, naît, en association avec le muscle pubococcygien, du pubis et se dirige vers le bas de chaque côté pour former une sangle autour de la partie terminale du tractus gastro-intestinal. Cette sangle musculaire maintient, au niveau de la jonction anorectale, un angle, ou angulation, appelé l'**angle anorectal**. Cet angle a un rôle parmi les mécanismes qui maintiennent fermée la terminaison de l'appareil gastro-intestinal.
- La dernière partie du muscle élévateur de l'anus est l'**iliococcygien**. Cette partie du muscle naît du fascia qui couvre le muscle obturateur interne. Elle rejoint le même muscle du côté opposé sur la ligne médiane pour former un ligament ou raphé qui s'étend depuis l'ouverture pour le canal anal jusqu'au coccyx.

Les muscles élévateurs de l'anus aident à soutenir les viscères pelviens et à maintenir fermés le rectum et le vagin. Ils sont directement innervés par des divisions des rameaux ventraux de S4 et par des divisions du nerf pudendal (S2 à S4).

En clinique

Défécation

Au début de la défécation, la fermeture du larynx bloque le diaphragme et la pression abdominale s'accroît grâce à la contraction des muscles de la paroi abdominale. La défécation se poursuit alors par la relaxation du muscle puborectal entourant la jonction anorectale ce qui redresse l'angle anorectal. Les sphincters anaux externe et interne se relâchent tous les deux pour permettre la progression des fèces dans le canal anal. Normalement, la sangle puborectale maintient un angle d'environ 90° entre rectum et canal anal, agissant comme une « valve par pincement » pour empêcher la défécation. Lorsque le muscle puborectal se relâche, l'angle anorectal augmente jusqu'à environ 130°–140°.

Le tissu graisseux de la fosse ischioanale permet les changements de position et de taille du canal anal et de l'anus au cours de la défécation. Durant l'évacuation, la jonction anorectale se déplace en bas et en arrière, et le plancher pelvien descend habituellement légèrement.

Durant la défécation, les muscles circulaires de la paroi rectale présentent une vague de contractions qui poussent les fèces vers l'anus.

Lorsque les fèces émergent de l'anus, la musculature longitudinale du rectum et les muscles élévateurs de l'anus rétractent le canal anal vers le haut, les fèces sont expulsés, puis anus et rectum reviennent à leur position normale.

La défécographie en résonance magnétique est une technique nouvelle, séduisante qui permet d'évaluer les différentes phases de la défécation, dont la fonction rectale et le comportement de la musculature du plancher pelvien durant ce processus. Elle est utile pour déceler la descente (prolapsus) anormale des organes pelviens durant l'enregistrement dynamique et aussi l'éventuelle formation d'une cystocèle ou d'une rectocèle (fig. 5.35).

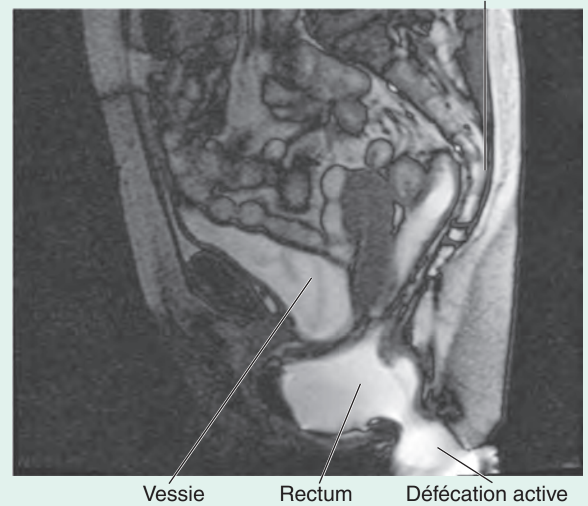


Figure 5.35 Défécographie IRM en plan sagittal montrant une défécation en cours.

Muscles coccygiens

Les deux muscles coccygiens, un de chaque côté, sont de forme triangulaire et recouvrent les ligaments sacroépineux ; ensemble, ils complètent la partie postérieure du diaphragme pelvien (fig. 5.34 et tableau 5.2). Ils sont attachés, par leurs sommets, aux extrémités des épines ischiatiques et, par leurs bases, aux bords latéraux du coccyx et bords adjacents du sacrum.

Les muscles coccygiens sont innervés par des divisions des rameaux ventraux de S3 et S4, et participent au soutien de la partie postérieure du plancher pelvien.

Membrane du périnée et espace profond du périnée

La **membrane du périnée** est un épais fascia, structure de forme triangulaire attachée au cadre osseux de l'arcade pubienne (fig. 5.36A). Elle est orientée dans un plan horizontal et a un bord postérieur libre. En avant, il y a une petite brèche (flèche bleue sur la fig. 5.36A) entre la membrane et le **ligament arqué du pubis** (un ligament de la symphyse pubienne).

La membrane du périnée est en rapport au-dessus avec un étroit espace appelé l'**espace profond du périnée** (fig. 5.36B), qui contient une couche de muscle squelettique et divers éléments neurovasculaires.

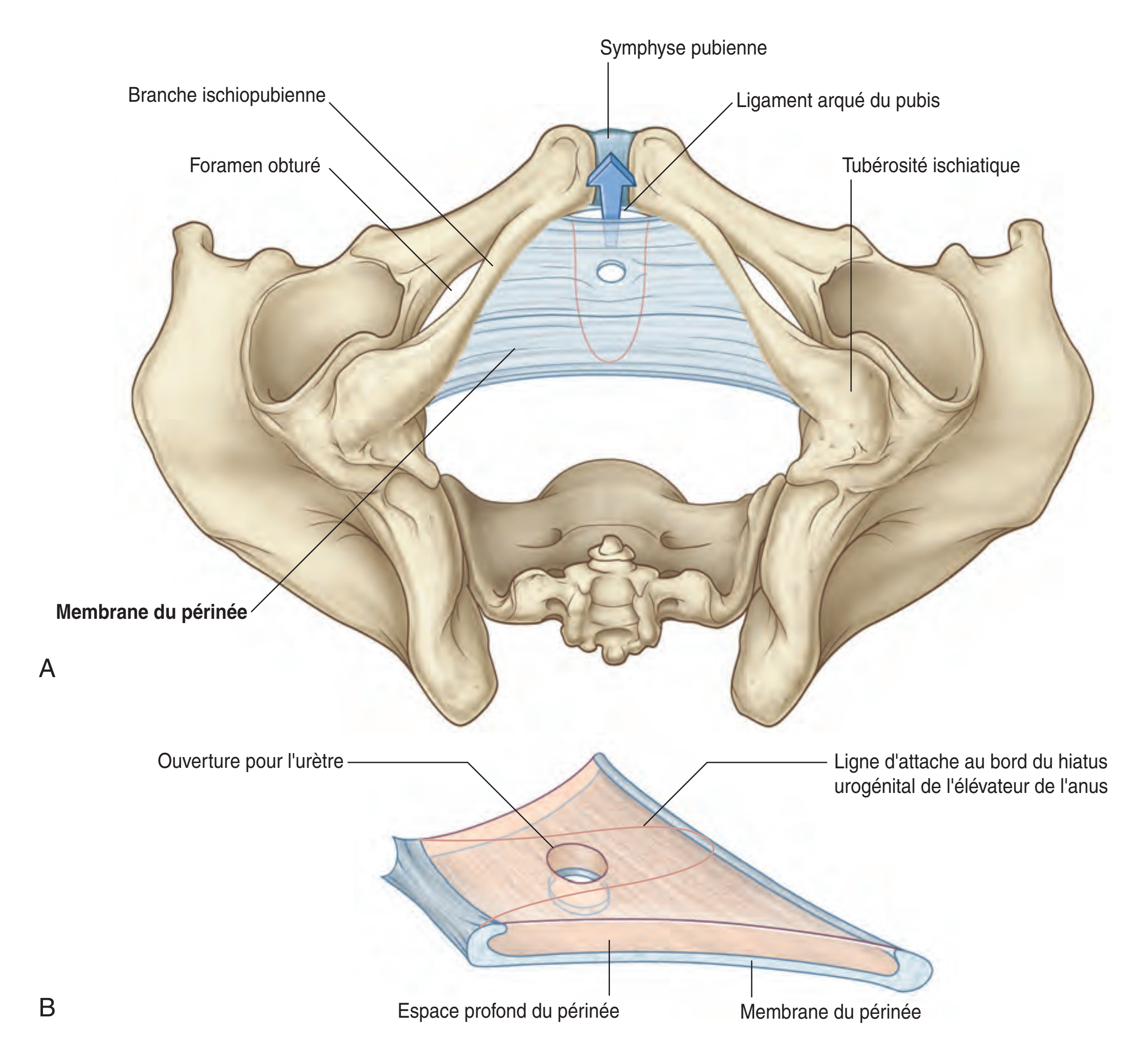


Figure 5.36 Membrane du périnée et espace profond du périnée. **A.** Vue inférieure. **B.** Vue supérolatérale.

Figure 5.36 Suite. C. Vue médiale.

L'espace profond du périnée est ouvert en haut et n'est pas séparé des structures supérieures par une couche distincte de fascia. Les parties de la membrane du périnée et les structures de l'espace périnéal profond, limitées au-dessus par le hiatus urogénital, contribuent donc au plancher pelvien et soutiennent les éléments de l'appareil urogénital dans la cavité pelvienne – même si la membrane du périnée et l'espace profond du périnée sont habituellement considérés comme des parties du périnée.

La membrane du périnée et l'arcade pubienne adjacente donnent insertion aux racines des organes génitaux externes et aux muscles qui leur sont associés (fig. 5.36C).

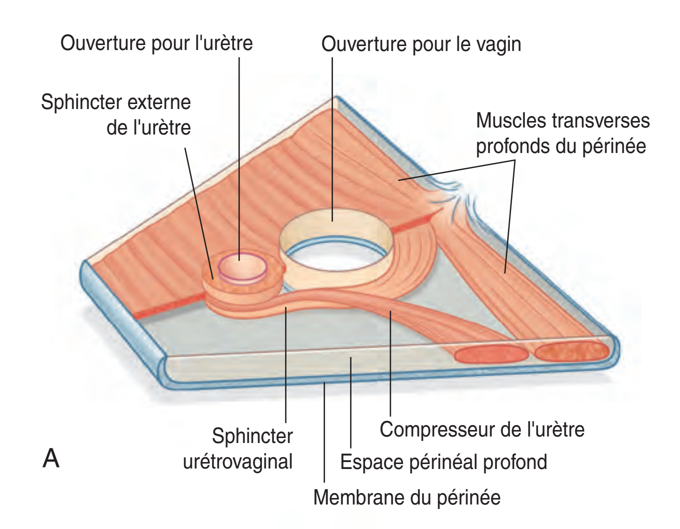
L'urètre pénètre verticalement à travers un hiatus circulaire de la membrane du périnée lorsqu'il passe de la cavité pelvienne, au-dessus, au périnée, au-dessous. Chez la femme, le vagin passe aussi à travers un hiatus de la membrane du périnée juste en arrière du hiatus urétral.

Dans l'espace périnéal profond, une couche de muscle squelettique fonctionne comme un sphincter, essentiellement pour l'urètre, et comme stabilisateur du bord postérieur de la membrane du périnée (fig. 5.37 et tableau 5.3).

- En avant, un faisceau de fibres musculaires entoure l'urètre et forme le **sphincter externe de l'urètre**.
- Deux faisceaux supplémentaires sont en rapport avec l'urètre et le vagin chez la femme. Un faisceau forme le **sphincter urétrovaginal**, qui entoure l'urètre et le vagin. Le second faisceau forme, de chaque côté, le **compresseur de l'urètre**, qui naît de la branche ischiopubienne et vient à la rencontre de l'urètre en avant. Ensemble, le sphincter externe de l'urètre, le sphincter urétrovaginal et le compresseur de l'urètre facilitent la fermeture de l'urètre.
- Chez l'homme et chez la femme, un **muscle transverse profond du périnée** est parallèle au bord postérieur libre de la membrane du périnée et rejoint celui du côté opposé sur la ligne médiane. Ces muscles sont considérés comme des stabilisateurs de la position du centre tendineux du périnée, qui est une structure médiane au bord postérieur de la membrane du périnée.

Centre tendineux du périnée

Le centre tendineux du périnée est une importante structure de tissu fibreux mal limitée dans laquelle les muscles du plancher



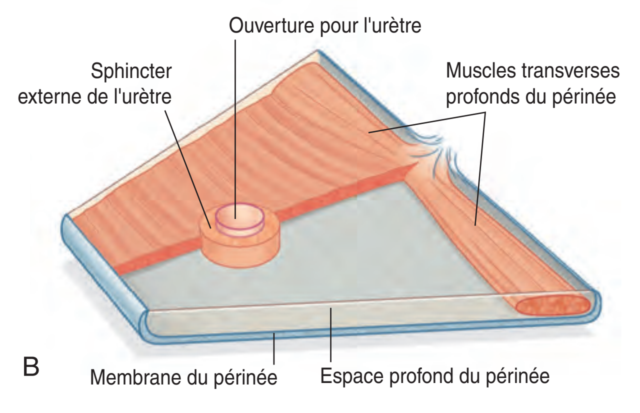


Figure 5.37 Muscles de l'espace profond du périnée. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

Tableau 5.3 Muscles de l'espace profond du périnée.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Sphincter externe l'urètre	De la branche inférieure du pubis de chaque côté et des parois voisines de l'espace profond du périnée	Entoure la partie membraneuse de l'urètre	Rameaux périnéaux du nerf pudendal (S2 à S4)	Comprime l'urètre membraneux. Se relâche durant la miction
Transverse profond du périnée	Face médiale de la branche de l'ischium	Centre tendineux du périnée	Rameaux périnéaux du nerf pudendal (S2 à S4)	Stabilise la position du centre tendineux du périnée
Compresseur de l'urètre (chez la femme seulement)	Branche ischiopubienne de chaque côté	Uni au muscle controlatéral en avant de l'urètre	Rameaux périnéaux du nerf pudendal (S2 à S4)	Fonctionne comme un sphincter accessoire de l'urètre
Sphincter urétrovaginal (chez la femme seulement)	Centre tendineux du périnée	Se dirige en avant latéralement au vagin pour s'unir au muscle controlatéral en avant de l'urètre	Rameaux périnéaux du nerf pudendal (S2 à S4)	Fonctionne comme un sphincter accessoire de l'urètre (peut aussi faciliter la fermeture du vagin)

pelvien viennent s'attacher (fig. 5.38). Il est positionné sur la ligne médiane le long du bord postérieur de la membrane du périnée, à laquelle il est fixé. La limite postérieure du hiatus urogénital de l'élévateur de l'anus lui est également adhérente.

Les muscles transverses profonds du périnée s'entrecroisent au niveau du centre tendineux du périnée ; chez la femme, le sphincter urétrovaginal se fixe aussi au centre tendineux du périnée. D'autres muscles sont connectés au centre tendineux du périnée : le sphincter anal externe, les muscles transverses superficiels du périnée et les muscles bulbospongieux du périnée.

En clinique

Épisiotomie

Durant l'accouchement, le centre tendineux du périnée peut être étiré et déchiré. Classiquement, on considérait que si une déchirure périnéale risquait de survenir, l'obstétricien devait réaliser une épisiotomie. Cette procédure comporte une incision du centre tendineux du périnée afin de permettre à la tête du fœtus de passer par le vagin. Il y a deux types d'épisiotomies : l'épisiotomie médiane coupe à travers le centre tendineux alors qu'une épisiotomie médiolatérale forme un angle de 45° avec la ligne médiane ; on considérait que les bénéfices maternels de cette procédure étaient un moindre traumatisme du périnée et donc une diminution des dysfonctionnements du plancher pelvien après l'accouchement. Toutefois, des études plus récentes suggèrent qu'une épisiotomie ne doit pas être réalisée de façon routinière. Une revue des données de la littérature n'a pas montré de diminution des dommages du plancher pelvien par l'utilisation de routine de l'épisiotomie.

Viscères

Les viscères pelviens incluent des parties de l'appareil gastro-intestinal, de l'appareil urinaire et de l'appareil de la reproduction. Les viscères sont alignés sur la ligne médiane, d'avant en arrière. L'apport neurovasculaire se fait par des branches de vaisseaux et des nerfs situées sur les parois du pelvis et se dirigeant médialement.

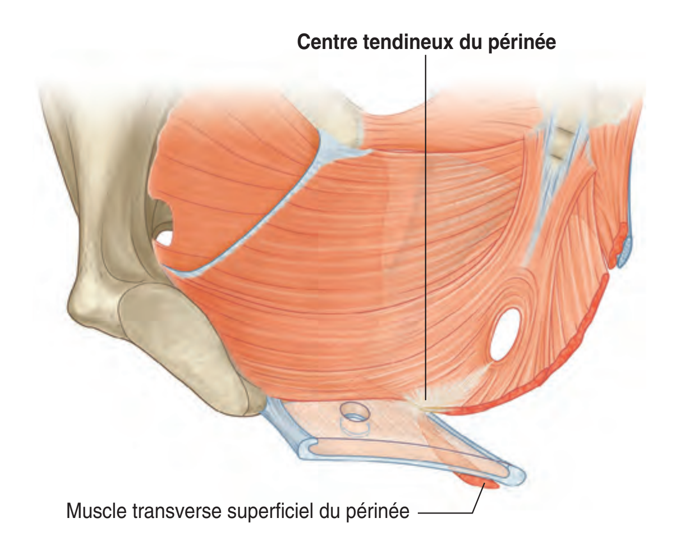


Figure 5.38 Centre tendineux du périnée.

Appareil gastro-intestinal

Les parties pelviennes de l'appareil gastro-intestinal sont essentiellement le rectum et le canal anal, bien que la partie terminale du côlon sigmoïde soit également dans la cavité pelvienne (fig. 5.39).

Rectum

Le **rectum** est en continuité :

- au-dessus, avec le côlon sigmoïde environ au niveau de la vertèbre SIII ;
- au-dessous, avec le canal anal lorsque cette structure pénètre le plancher pelvien et traverse le périnée pour se terminer par l'anus.

Le rectum, élément viscéral le plus postérieur du pelvis, est immédiatement antérieur au sacrum dont il suit le contour concave.

La jonction anorectale est attirée en avant (angle anorectal) par l'action de la partie puborectale du muscle élévateur de l'anus ; ainsi, le canal anal se dirige vers l'arrière lorsqu'il passe au-dessous du plancher pelvien.

De plus, pour s'adapter à la courbure générale du sacrum dans le plan antéropostérieur, le rectum a trois courbures latérales : les courbures supérieure et inférieure à droite et la moyenne à gauche. La partie inférieure du rectum est dilatée pour former l'**ampoule rectale**. Enfin, à la différence du côlon, le rectum n'a pas de bandelettes musculaires, d'appendices omentaux ni de haustrations coliques.

Canal anal

Le **canal anal** commence à la terminaison de l'ampoule rectale lorsqu'elle se rétrécit au niveau du plancher pelvien. Il se termine par l'anus après avoir traversé le périnée. Quand il traverse le plancher pelvien, le canal anal est entouré sur toute sa longueur par les sphincters anaux interne et externe, qui normalement le maintiennent fermé.

Le revêtement du canal anal présente un certain nombre d'aspects structurels caractéristiques qui sont le reflet de la position approximative de la membrane anococcygienne chez le fœtus (qui ferme la terminaison de l'appareil gastro-intestinal en développement du fœtus) et de la transition de la muqueuse gastro-intestinale à la peau chez l'adulte (fig. 5.39B).

- La partie supérieure du canal anal est revêtue d'une muqueuse semblable à celle tapissant le rectum et se distingue par un certain nombre de plis orientés longitudinalement. Ceux-ci sont connus sous le nom de

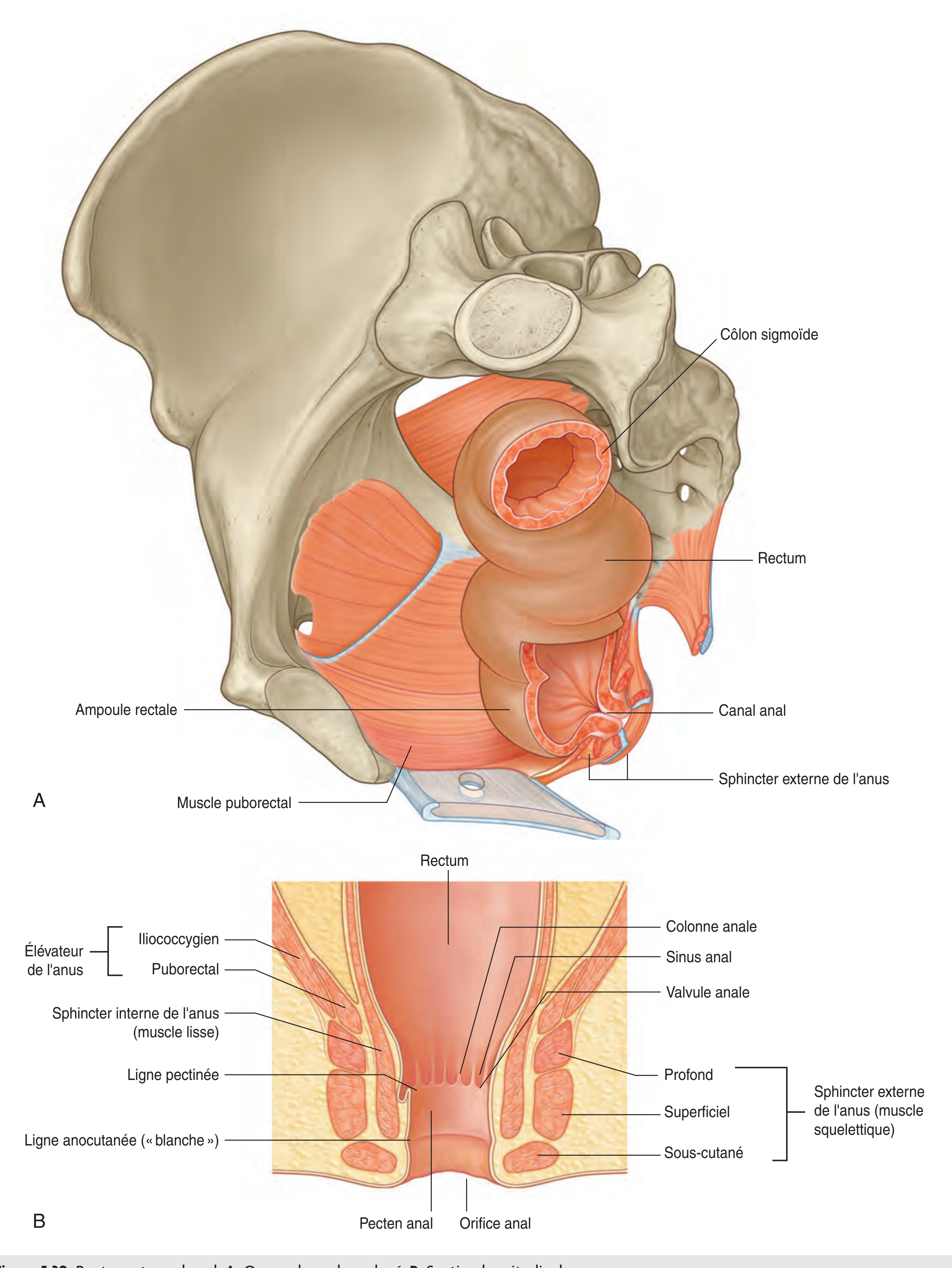


Figure 5.39 Rectum et canal anal. **A.** Os coxal gauche enlevé. **B.** Section longitudinale.

colonnes anales, qui sont réunies en bas par des replis en croissant appelés les **valvules anales**. Au-dessus de chaque valvule se trouve une dépression appelée **sinus anal**. Les valvules anales forment ensemble un cercle sur la circonférence du canal anal à une localisation nommée la **ligne pectinée**, qui marque la position approximative de la membrane anococcygienne.

- Au-dessous de la ligne pectinée, se trouve une zone de transition connue comme le **pecten anal**, qui est tapissé par un épithélium squameux stratifié non kératinisé. Le pecten anal se termine en bas au niveau de la **ligne anocutanée** («ligne blanche»), ou bien à l'endroit où le revêtement du canal anal devient de la vraie peau.

En clinique

Toucher rectal

Un toucher rectal (TR) est réalisé en introduisant l'index ganté et lubrifié dans le rectum par l'anus. La muqueuse anale peut être palpée à la recherche de masses anormales, et chez la femme la paroi postérieure du vagin et le col de l'utérus peuvent aussi être palpés. Chez l'homme la prostate peut être examinée à la recherche de nodules ou saillants à sa surface.

Dans de nombreux cas, le toucher rectal doit être complété par une rectoscopie ou une coloscopie. Une sonde d'échographie peut être positionnée dans le rectum pour examiner les structures gynécologiques chez la femme et la prostate chez l'homme avant de réaliser une biopsie prostatique.

Un toucher rectal permet aussi de détecter du sang frais ou digéré dans le rectum de patients ayant un saignement digestif aigu ou une anémie chronique.

En clinique

Carcinome du côlon et du rectum

Le carcinome du côlon et du rectum (colorectum) est une maladie commune et souvent létale. Les récents progrès en chirurgie, radiothérapie et chimiothérapie ont seulement légèrement amélioré les taux de survie à 5 ans.

Le comportement biologique des tumeurs du côlon et du rectum est relativement prévisible. La plupart des tumeurs se développent à partir de polypes bénins, parmi lesquels quelques-uns subissent une transformation maligne. Le pronostic est globalement en rapport avec :

- le degré de pénétration de la tumeur à travers la paroi intestinale ;
- la présence ou l'absence de dissémination lymphatique ;
- la présence ou l'absence de métastases systémiques.

Étant donné la position du côlon et du rectum dans la cavité abdominopelvienne et la proximité d'autres organes, il est extrêmement important d'évaluer précisément le stade des tumeurs colorectales ; par exemple, une tumeur dans le pelvis peut envahir l'utérus ou la vessie. Déterminer si une extension s'est produite ou non nécessite habituellement une tomodensitométrie (détection de métastases à distance) et une imagerie par résonance magnétique (extension locale) ; une écho-endoscopie est parfois utile pour évaluer l'extension locale d'un cancer rectal.

Appareil urinaire

Les parties pelviennes de l'appareil urinaire sont les parties terminales des uretères, la vessie et la partie proximale de l'urètre (fig. 5.40).

Uretères

Les uretères entrent dans la cavité pelvienne à partir de l'abdomen en traversant l'ouverture supérieure du pelvis. De chaque côté, l'uretère croise l'ouverture supérieure du pelvis et pénètre dans la cavité pelvienne en avant de la bifurcation de l'artère iliaque commune. À partir de là, il poursuit son trajet le long de la paroi pelvienne et du plancher pour rejoindre la base de la vessie.

Dans le pelvis, l'uretère est croisé par :

- le conduit déférent chez l'homme ;
- l'artère utérine chez la femme.

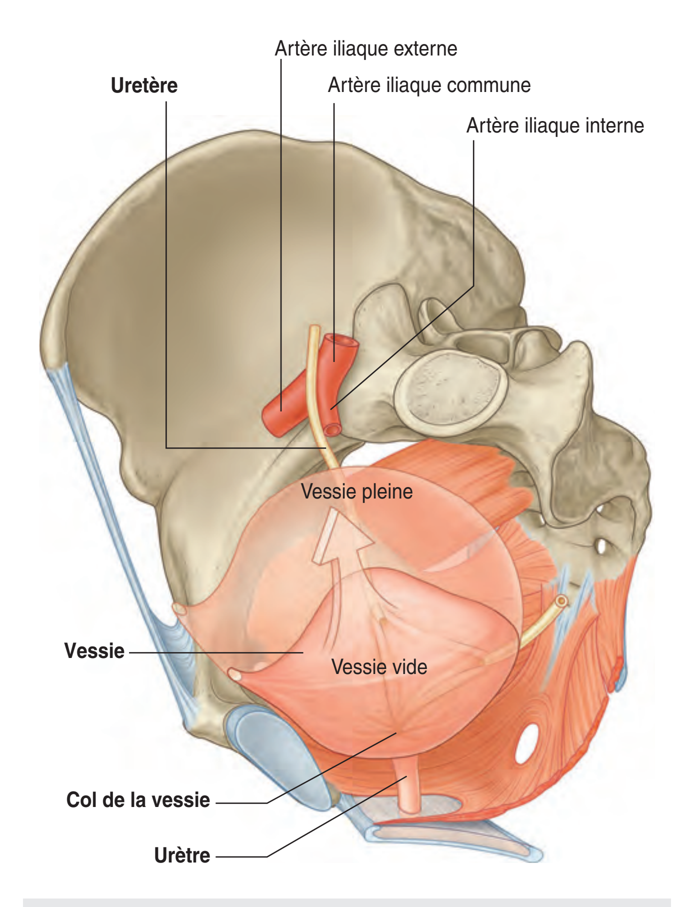


Figure 5.40 Parties pelviennes de l'appareil urinaire.

En clinique

Lésions iatrogènes des uretères

Les uretères peuvent être lésés au cours de chirurgies abdominales et pelviennes car ils sont à proximité des zones de dissection. Les chirurgies les plus couramment responsables de lésion urétérale sont l'hystérectomie totale par voie abdominale et la salpingo-ovariectomie (ablation de l'utérus, des trompes de Fallope et des ovaires), l'hystérectomie vaginale laparoscopique, la résection antérieure laparoscopique du rectum et l'hémicolectomie gauche par voie abdominale. Le risque de lésion urétérale est accru chez les patients ayant une volumineuse tumeur (utérine, colique, rectale) et chez ceux ayant des antécédents d'intervention chirurgicale ou d'irradiation pelvienne, toutes conditions qui rendent la dissection des tissus plus difficile. Durant la chirurgie, l'uretère peut être traumatisé, coupé, dévascularisé ou arraché. Il peut aussi être lésé au cours d'une cryoexérèse ou d'une cautérisation au bistouri électrique d'un saignement opératoire. Les uretères peuvent encore subir un traumatisme au cours d'une urétéroscopie, procédure où un petit endoscope est introduit par l'urètre et la vessie dans l'uretère pour le traitement de calculs ou de tumeurs de l'uretère (habituellement plaie par électrocoagulation).

Les lésions de l'uretère sont responsables d'une forte morbidité par infection et, dans des cas plus sévères, d'atteinte de la fonction rénale. Le pronostic est meilleur quand le diagnostic est fait pendant l'opération et l'uretère réparé immédiatement. Un retard diagnostique conduit à une fuite urinaire et à la contamination des cavités abdominale et pelvienne, au développement d'un sepsis et, lorsque la lésion siège près du vagin, à une possible fistule urétérovaginale. Quand le diagnostic est établi en postopératoire, une dérivation des urines est quelquefois nécessaire et une néphrostomie percutanée réalisée.



Vessie

La vessie est l'élément le plus antérieur des viscères pelviens. Alors que, vide, elle est entièrement située dans la cavité pelvienne, pleine elle se développe dans l'abdomen (fig. 5.40).

La vessie vide est en forme de pyramide à trois côtés qui a basculé pour reposer sur l'un de ses bords (fig. 5.41A). Elle a un apex, une base, une face supérieure et deux faces inférolatérales.

- L'**apex** de la vessie est directement en regard du haut de la symphyse pubienne ; une structure connue comme le **ligament ombilical médian** (un reste embryologique de l'ouraque qui contribue à la formation de la vessie) la prolonge depuis son sommet jusqu'à l'ombilic de la paroi abdominale antérieure.
- La **base** de la vessie est en forme de triangle renversé et regarde en bas et en arrière. Les deux uretères pénètrent la vessie à chacun des angles supérieurs de la base, et l'urètre la draine en bas à partir de l'angle inférieur de la base. À l'intérieur, la muqueuse tapissant la base de la vessie est lisse et fermement attachée à la couche musculaire lisse sous-jacente – à la différence du reste de la vessie, où la muqueuse est plissée et peu adhérente à la paroi. La surface triangulaire lisse entre les orifices des uretères et de l'urètre à l'intérieur de la vessie est appelée le **trigone** (fig. 5.41B).
- Les **faces inférolatérales** de la vessie sont comme dans un berceau entre les muscles élévateurs de l'anus du diaphragme pelvien et les muscles obturateurs internes voisins, au-dessus de l'insertion du diaphragme pelvien. La face supérieure est légèrement en dôme quand la vessie est vide ; elle se développe en ballon vers le haut lorsque la vessie se remplit.

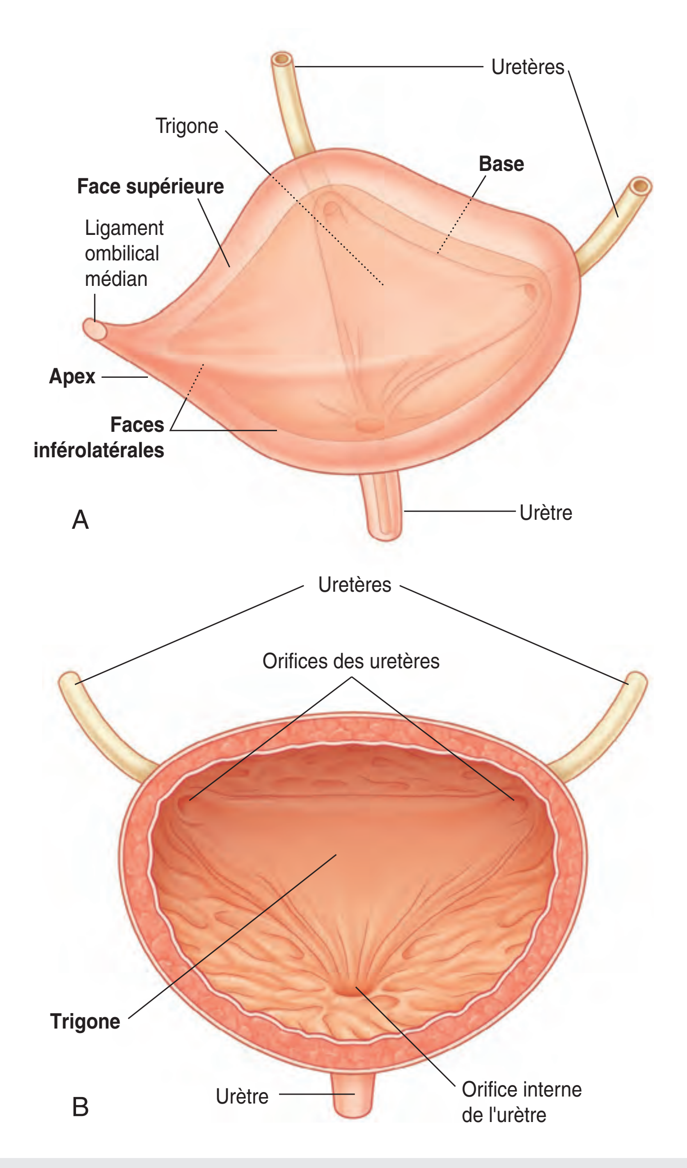


Figure 5.41 Vessie. **A.** Vue supérolatérale. **B.** Trigone. Vue antérieure avec la partie antérieure de la vessie enlevée.

Col de la vessie

Le col de la vessie entoure l'origine de l'urètre à l'union des faces inférolatérales et de la base.

Le col est la partie la plus basse de la vessie et aussi la partie la plus «fixe». Il est ancré dans cette position par une paire de cordons fibromusculaires résistants, qui unissent le col et la partie pelvienne de l'urètre à la partie postéro-inférieure de chacun des pubis :

- chez la femme, ces cordons fibromusculaires sont appelés **ligaments pubovésicaux** (fig. 5.42A). Ensemble avec la membrane du périnée et les muscles associés, les muscles élévateurs de l'anus, et les os du pubis, ces ligaments aident à soutenir la vessie ;
- chez l'homme, la paire de cordons fibromusculaires est connue sous le nom de **ligaments puboprostatiques** parce qu'ils s'unissent avec la capsule fibreuse de la prostate, qui entoure le col de la vessie et la partie voisine de l'urètre (fig. 5.42B).

Bien que la vessie soit considérée comme étant pelvienne chez l'adulte, elle a une position plus haute chez les enfants. À la naissance, la vessie est presque entièrement abdominale ; l'urètre débute approximativement au bord supérieur de la symphyse pubienne. Avec l'âge, la vessie descend jusqu'après la puberté, où elle atteint sa position adulte.

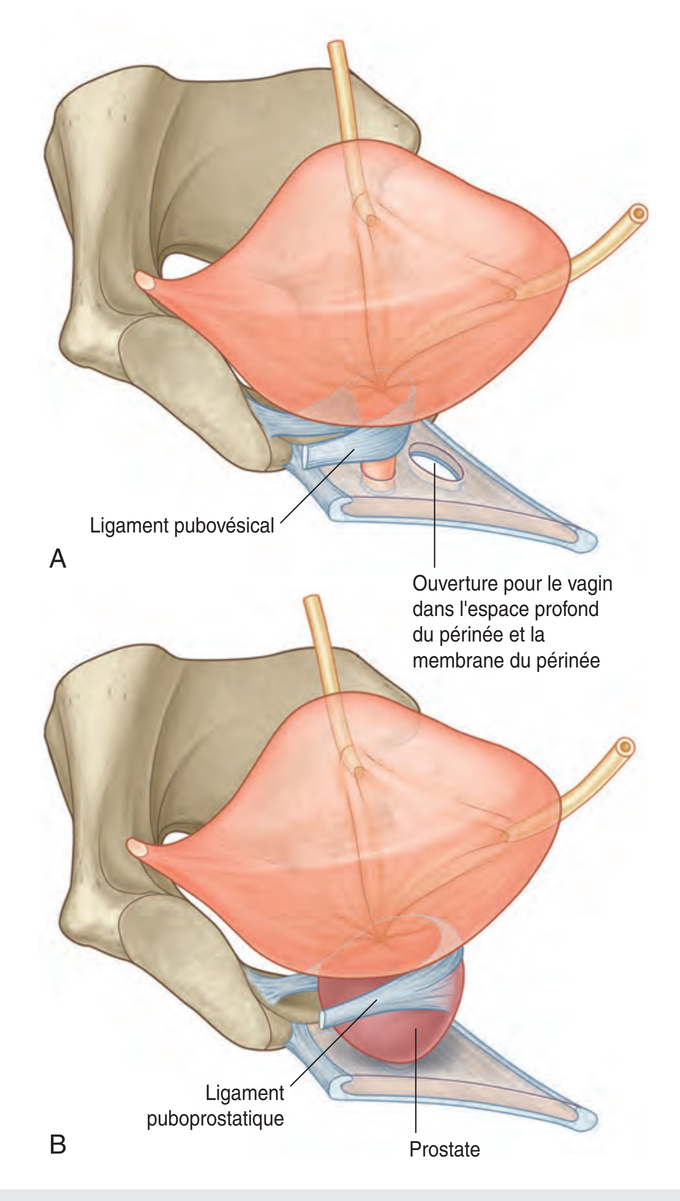


Figure 5.42 Ligaments qui amarrent le col de la vessie et la partie pelvienne de l'urètre aux os coxaux. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

En clinique

Calculs vésicaux

Chez certains patients, de petits calculs (pierres) se forment dans les reins. Ceux-ci peuvent descendre dans les uretères, provoquant une obstruction urétérale, et dans la vessie (fig. 5.43), où des sels insolubles précipitent en plus sur ces calculs pour former de plus volumineux calculs. Souvent, ces patients développent (ou ont déjà) des problèmes de vidange vésicale, qui laissent un résidu urinaire dans la vessie. Cette urine peut s'infecter et modifier le pH de l'urine, favorisant une précipitation supplémentaire de sels insolubles.

S'ils sont suffisamment petits, les calculs peuvent être retirés par une voie transurétrale en utilisant des instruments spéciaux. Si les calculs sont trop gros, il peut être nécessaire de faire une incision suprapubienne et de pénétrer dans la vessie par voie rétropéritonéale pour les retirer.





Figure 5.43 Urographie intraveineuse montrant un calcul dans la partie toute inférieure de l'uretère. **A.** Radiographie standard. **B.** Urographie intraveineuse, cliché postmictionnel.

En clinique

Cathétérisme sus-pubien

Dans certains cas, il est nécessaire de cathétériser la vessie à travers la paroi abdominale antérieure. Par exemple, quand la prostate est très grosse et qu'il est impossible de passer un cathéter urétral, un cathéter sus-pubien peut être mis en place.

La vessie est une structure rétropéritonéale et, lorsqu'elle est pleine, elle siège contre la paroi abdominale antérieure. Une visualisation échographique de la vessie peut être utile pour évaluer la taille de cette structure et la différencier d'autres masses abdominales possibles.

La procédure de cathétérisme sus-pubien est usuelle et comporte le passage d'un petit cathéter sur une aiguille sur la ligne médiane environ 2 cm au-dessus de la symphyse pubienne. Le cathéter pénètre facilement dans la vessie sans léser d'autres structures et permet un drainage franc.

En clinique

Cancer vésical

Le cancer vésical (fig. 5.44) est la plus fréquente tumeur des voies urinaires et est habituellement une maladie qui apparaît entre l'âge de 60 et 80 ans, bien qu'il y ait une tendance croissante chez des patients plus jeunes.

Approximativement un tiers des tumeurs de la vessie sont multifocales ; heureusement, deux tiers sont des tumeurs superficielles et accessibles à des traitements locaux.

Les tumeurs vésicales peuvent s'étendre au travers de la paroi vésicale et envahir les structures locales, incluant le rectum, l'utérus (chez la femme), et les parois latérales de la cavité pelvienne. L'envahissement prostatique n'est pas rare chez l'homme. La maladie s'étend à partir des nœuds lymphatiques iliaques internes. Un envahissement métastatique à distance incluant les poumons est rare.

De volumineuses tumeurs de vessie peuvent entraîner des complications, comportant l'envahissement et l'obstruction des uretères. L'obstruction urétérale peut alors bloquer les reins et induire une insuffisance rénale. De plus, les tumeurs de vessie peuvent envahir d'autres structures de la cavité pelvienne.

Le traitement des tumeurs à un stade précoce comporte la résection locale avec conservation de la vessie. Des tumeurs diffuses peuvent être traitées par chimiothérapie locale ; des tumeurs plus extensives peuvent requérir une chirurgie radicale avec ablation de la vessie (cystectomie) et, chez l'homme, exérèse de la prostate (prostatectomie). La reconstruction vésicale (création d'une néovessie) est réalisée chez des patients après cystectomie en utilisant une portion d'intestin, le plus souvent l'iléon.

Pelvis rénal

Petite tumeur

Vessie

Figure 5.44 Urographie intraveineuse montrant un calcul dans la partie toute inférieure de l'uretère. **A.** Radiographie standard. **B.** Urographie intraveineuse, cliché postmictionnel.

Urètre

L'urètre commence à la base de la vessie et se termine par son ouverture à l'extérieur dans le périnée. Le trajet suivi par l'urètre diffère significativement chez la femme et chez l'homme.

Chez la femme

Chez la femme, l'urètre est court, environ 4 cm de long. Il décrit un trajet légèrement curviligne en traversant vers le bas le plancher pelvien jusqu'au périnée, où il traverse l'espace profond du périnée et la membrane du périnée avant de s'ouvrir dans le vestibule, qui est situé entre les petites lèvres (fig. 5.45A).

L'orifice urétral est antérieur à l'orifice vaginal dans le vestibule. La face inférieure de l'urètre est adhérente à la face antérieure du vagin. Deux petites glandes muqueuses para-urétrales (les **glandes de Skene**) sont associées à la partie terminale de l'urètre. Chacune se draine par un canal qui s'ouvre au bord latéral de l'orifice externe de l'urètre.

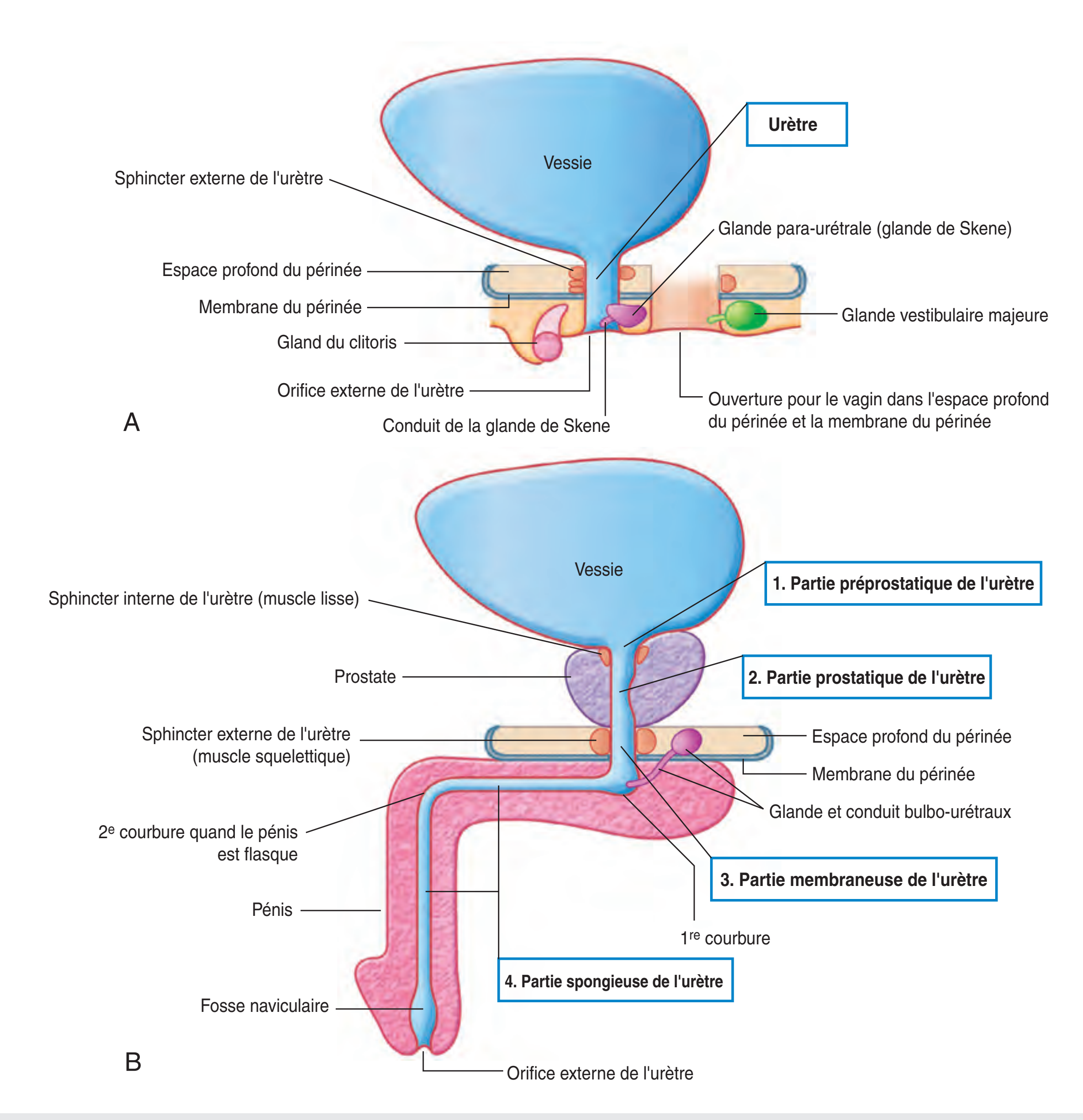


Figure 5.45 Urètre. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

Chez l'homme

Chez l'homme, l'urètre est long, environ 20 cm, et décrit deux courbes au cours de son trajet (fig. 5.45B). Commençant à la base de la vessie et traversant vers le bas la prostate, il passe à travers l'espace profond du périnée et la membrane du périnée, et pénètre immédiatement dans la racine du pénis. Lorsque l'urètre sort de l'espace profond du périnée, il se courbe en avant pour se diriger ventralement dans la racine du pénis. Quand le pénis est flasque, l'urètre décrit une autre courbe, vers le bas cette fois, en passant de la racine au corps du pénis. Durant l'érection, la courbure entre la racine et le corps du pénis disparaît.

L'urètre est divisé chez l'homme en plusieurs parties : pré-prostatique, prostatique, membraneuse et spongieuse.

Partie préprostatique. La partie préprostatique de l'urètre fait environ 1 cm de long, s'étend de la base de la vessie à la prostate, et est en rapport avec un manchon de fibres musculaires lisses (le **sphincter interne de l'urètre**). La contraction de ce sphincter évite l'éjaculation rétrograde du sperme dans la vessie.

Partie prostatique. La partie prostatique de l'urètre (fig. 5.44C) est longue de 3–4 cm et est entourée par la prostate. Dans cette région, la lumière de l'urètre est marquée par un pli longitudinal médian de la muqueuse (la **crête urétrale**). La dépression de chaque côté de la crête est le **sinus prostatique** ; les canaux de la prostate s'ouvrent dans ces deux sinus.

À mi-longueur de son trajet, la crête urétrale s'élargit pour former une sorte d'élévation circulaire (le **colliculus séminal**). Chez l'homme, le colliculus séminal est utilisé pour déterminer la position de la glande prostatique lors de la résection transurétrale de la prostate.

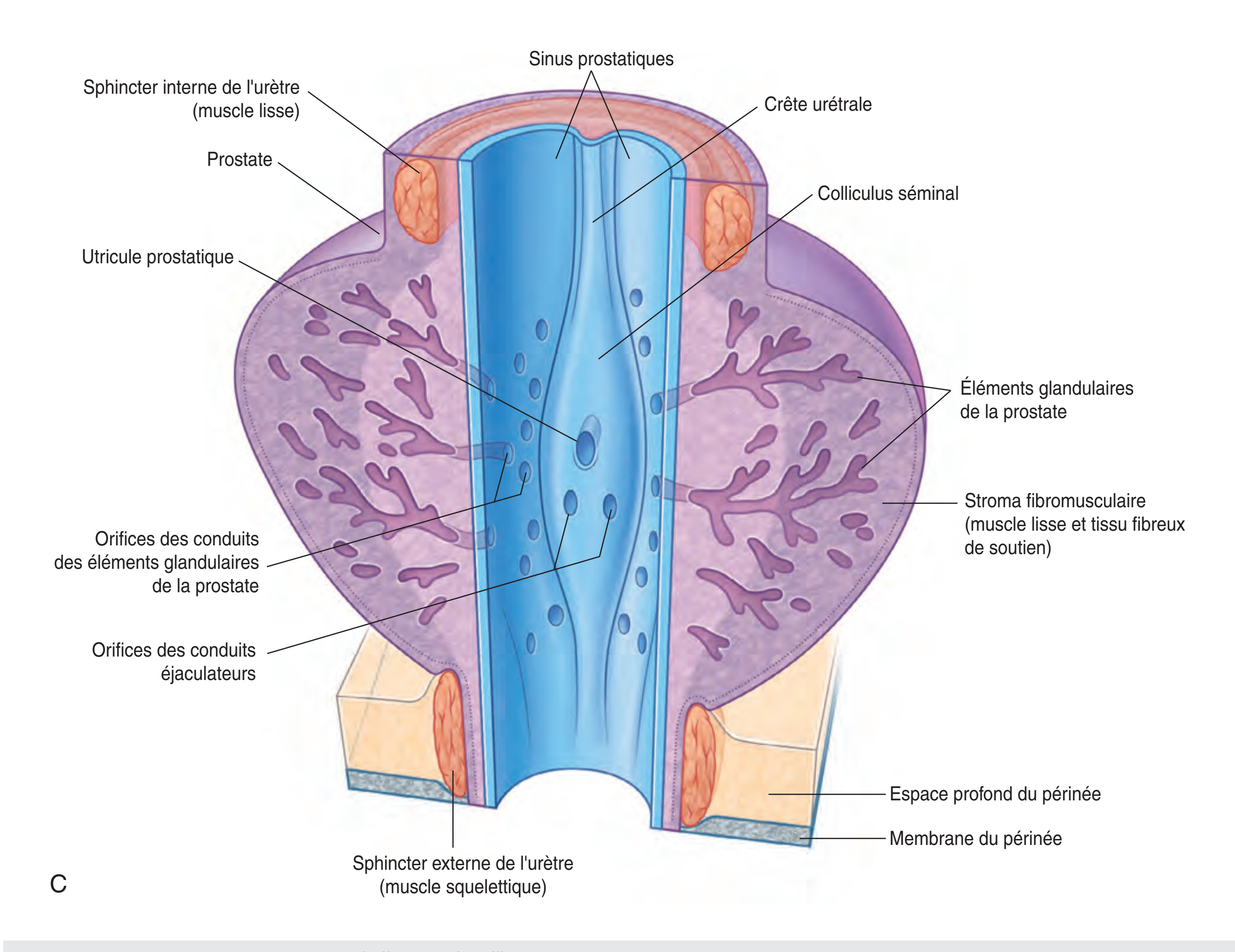


Figure 5.45 Suite. C. Partie prostatique de l'urètre chez l'homme.

Une petite poche borgne – l'**utricule prostatique** (considéré comme étant l'homologue de l'utérus chez la femme) – s'ouvre au centre du colliculus séminal. De chaque côté de l'utricule prostatique se trouve l'orifice du conduit éjaculateur de l'appareil de reproduction masculin. Ainsi, la connexion entre les voies urinaires et de la reproduction se fait dans la partie prostatique de l'urètre chez l'homme.

Partie membraneuse.

La partie membraneuse de l'urètre est étroite et traverse l'espace profond du périnée (fig. 5.45B). Durant son passage au travers de cet espace, l'urètre, chez l'homme et chez la femme, est entouré par le muscle squelettique du **sphincter externe de l'urètre**.

Urètre spongieux.

L'urètre spongieux est entouré de tissu érectile (le **corps spongieux**) du pénis. Il est plus volumineux à la base du pénis, où il forme le bulbe, et à nouveau à l'extrémité du pénis, où il forme la **fosse naviculaire** (fig. 5.45B). Les deux glandes bulbo-urétrales de l'espace profond du périnée sont des parties de l'appareil masculin de la reproduction et s'ouvrent dans le bulbe de l'urètre spongieux. L'orifice externe de l'urètre est la fente sagittale de l'extrémité du pénis.

En clinique

Infection vésicale

La relativement courte longueur de l'urètre des femmes favorise l'infection vésicale. L'infection des voies urinaires de la femme se présente habituellement comme une inflammation de la vessie (cystite). Dans la plupart des cas, l'infection peut être contrôlée par des antibiotiques oraux et disparaît sans complication. Chez les enfants de moins de 1 an, l'infection peut s'étendre de la vessie via les uretères jusqu'aux reins, où elle peut provoquer des lésions rénales et, finalement, aboutir à l'insuffisance rénale. Un diagnostic et un traitement précoces sont nécessaires.



En clinique

Cathétérisme urétral

Le cathétérisme urétral est souvent réalisé pour drainer l'urine de la vessie d'un patient lorsque ce dernier est dans l'impossibilité d'avoir une miction. L'utilisation des cathéters urinaires nécessite de connaître l'anatomie, en fonction du sexe du patient.

Chez l'homme :

- l'urètre spongieux est entouré par le tissu érectile du bulbe du pénis immédiatement au-dessous de l'espace profond du périnée. La paroi de ce court segment de l'urètre est relativement fine et forme un angle vers le haut pour traverser l'espace profond du périnée ; à ce niveau, l'urètre est exposé à des lésions, particulièrement durant une cystoscopie ;
- la partie membraneuse de l'urètre se dirige vers le haut lorsqu'il traverse l'espace profond du périnée ;
- la partie prostatique de l'urètre décrit une légère courbe vers l'avant lorsqu'il traverse la glande prostatique.

Chez la femme, l'utilisation des cathéters et cystoscopes est beaucoup plus simple car l'urètre est court et droit. L'urine peut donc être facilement drainée d'une vessie distendue sans risque de rupture urétrale.

Il est parfois impossible de passer quelque forme d'instrument que ce soit à travers l'urètre pour drainer la vessie, habituellement parce qu'il y a un rétrécissement de l'urètre ou une hypertrophie prostatique. Dans de tels cas, une échographie du bas abdomen montrera une vessie pleine (fig. 5.46) derrière la paroi abdominale antérieure. Un cathéter suspubien peut être inséré dans la vessie avec un traumatisme minime par une petite incision sous anesthésie locale.

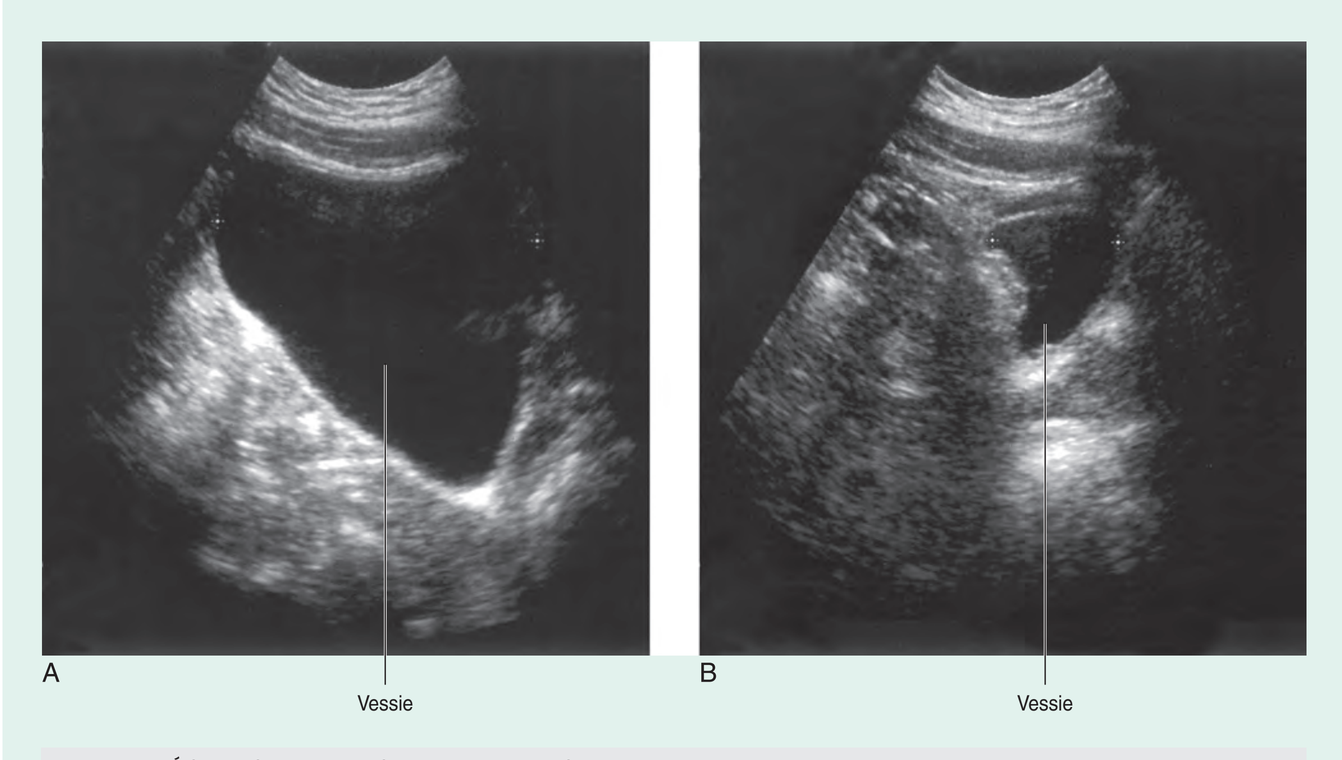


Figure 5.46 Échographie montrant la vessie. **A.** Vessie pleine. **B.** Vessie après miction.

Appareil de la reproduction

Chez l'homme

L'appareil de la reproduction de l'homme a des éléments dans l'abdomen, le pelvis et le périnée (fig. 5.47A). Les principaux éléments sont, de chaque côté, un testicule, un épididyme, un conduit déférent et un conduit éjaculateur, et sur la ligne médiane, l'urètre et le pénis. En plus, trois types de glandes accessoires sont annexés à cet appareil :

- une prostate ;
- une paire de vésicules séminales ;
- une paire de glandes bulbo-urétrales.

La composition de l'appareil de la reproduction de l'homme est fondée sur une série de canaux et de tubules. La disposition de ses différentes parties et son union à la voie urinaire sont en rapport avec son développement embryologique.

Testicules

Les **testicules** se développent à l'origine haut sur la paroi postérieure de l'abdomen puis descendent, normalement avant la naissance, à travers le canal inguinal de la paroi antérieure de l'abdomen et dans le scrotum du périnée. Durant cette descente, les testicules entraînent avec eux leurs vaisseaux, lymphatiques et nerfs, aussi bien que leurs principaux canaux de drainage, les **conduits déférents** (**vas deferens**). Le drainage lymphatique des testicules se fait donc vers les nœuds latéro-aortiques ou lombaux et les nœuds préaortiques dans l'abdomen, et non vers les nœuds lymphatiques inguinaux ou pelviens.

Chaque testicule, de forme ellipsoïdale, est enfermé au fond d'un sac musculofascial, qui s'étire en continu depuis la paroi abdominale antérieure jusque dans le scrotum. Le **cordon spermatique** est comme un câble de connexion entre le sac intrascrotal et la paroi abdominale.

Les faces latérales et antérieure des testicules sont recouvertes par un sac péritonéal fermé (le processus **vaginal**), qui est à l'origine en continuité avec la cavité abdominale. Normalement, après la descente testiculaire, la communication se ferme, laissant un résidu fibreux.

Chaque testicule (fig. 5.47B) est composé de tubules séminifères et de tissu interstitiel entourés d'une épaisse capsule fibreuse (l'**albuginée**). Les spermatozoïdes sont produits par les tubules séminifères. Les 400 à 600 tubules très torsadés se modifient à leurs extrémités pour devenir les tubes droits, qui se connectent à une chambre de recueil (le **rete testis**), située dans un coin de tissu fibreux allongé, épais, orienté verticalement (le **mediastinum testi**), et se projetant depuis la capsule vers la partie postérieure de la gonade. Approximativement 12 à 20 **ductules efférents** naissent de l'extrémité supérieure du rete testis, traversent la capsule et se connectent à l'épididyme.

Épididyme

L'**épididyme** s'étend en postérolatéral le long du bord correspondant du testicule (fig. 5.47B). Il comporte deux éléments distincts :

- les **ductules efférents**, qui forment une masse enroulée située au pôle supérieur du testicule constituant la tête de l'épididyme ;
- l'**épididyme vrai** qui est un canal unique, long et torsadé, dans lequel se drainent tous les ductules efférents et qui se poursuit le long du bord postérolatéral du testicule en tant que corps de l'épididyme puis s'élargit pour former la queue de l'épididyme au pôle inférieur du testicule.

En clinique

Tumeurs testiculaires

Les tumeurs du testicule représentent un faible pourcentage des tumeurs malignes de l'homme. Cependant, elles surviennent généralement chez de jeunes patients (entre 20 et 40 ans). Quand elles sont diagnostiquées à un stade précoce, la plupart de ces tumeurs sont curables par la chirurgie et la chimiothérapie.

Le diagnostic précoce de tumeurs testiculaires est extrêmement important. Des masses anormales peuvent être détectées par la palpation. Le diagnostic peut être fait en utilisant les ultrasons. Une simple échographie peut préciser l'extension locale de la tumeur, habituellement à un stade précoce.

L'ablation chirurgicale du testicule cancéreux est souvent réalisée par voie inguinale. Le testicule n'est habituellement pas enlevé par incision scrotale, car il y a un risque d'essaimer des cellules tumorales dans le tissu cellulaire sous-cutané du scrotum, dont le drainage lymphatique est différent de celui du testicule.

Durant leur passage dans l'épididyme, les spermatozoïdes acquièrent la capacité de se mouvoir et de fertiliser un œuf. L'épididyme peut aussi emmagasiner les spermatozoïdes jusqu'à l'éjaculation. La terminaison de l'épididyme est en continuité avec le conduit déférent.

En clinique

Ectopie testiculaire

L'interruption de la descente du testicule entraîne la vacuité du sac scrotal et une position anormale du testicule qui peut siéger à tout endroit de son trajet habituel de descente. Le plus souvent, le testicule est situé dans le canal inguinal où il est palpable. Le diagnostic est habituellement fait à la naissance ou lors de la première année de la vie. L'incidence de testicule ectopique (non descendu) est plus forte chez les prématurés (30 %) que chez les enfants nés à terme (3–5 %). Normalement, le testicule ectopique peut terminer sa descente au cours des trois premiers mois suivant la naissance. Une surveillance attentive est donc recommandée durant les deux premiers mois. Un avis spécialisé est habituellement requis à 6 mois si le testicule est toujours absent du sac scrotal. Il est important de faire un diagnostic précoce pour qu'une prise en charge appropriée soit engagée afin d'éviter ou de réduire le risque de complications telles qu'un cancer testiculaire, une hypofertilité ou une infertilité, une torsion testiculaire, ou une hernie inguinale (due à un processus vaginal persistant). Si une correction chirurgicale est nécessaire, le testicule ectopique est mobilisé du canal inguinal jusqu'au scrotum (orchidopexie). Au cours de cette mobilisation du testicule, la dissection des tissus doit être méticuleuse pour éviter de léser le nerf ilio-inguinal longeant le cordon spermatique. En même temps que l'orchidopexie, le processus vaginal persistant est fermé et, si une hernie inguinale est présente, elle est réparée.

Conduit déférent

Le conduit déférent est un long conduit musculaire qui transporte les spermatozoïdes de la queue de l'épididyme située dans le scrotum jusqu'aux conduits éjaculateurs situés dans la cavité pelvienne (fig. 5.47A). Élément du cordon spermatique, il monte dans le scrotum puis traverse le canal inguinal de la paroi abdominale antérieure.

Après avoir franchi l'anneau inguinal profond, le conduit déférent se courbe médialement autour du côté latéral de l'artère épigastrique inférieure, puis croise l'artère iliaque externe et la veine iliaque externe au niveau de l'ouverture supérieure du pelvis pour pénétrer dans la cavité pelvienne.

Le conduit descend médialement sur la paroi pelvienne, profond par rapport au péritoine, puis croise l'uretère en arrière de la vessie. Il continue à descendre en bas et en dedans sur la base de la vessie, en avant du rectum, presque jusqu'à la ligne médiane, où il est rejoint par le conduit de la vésicule séminale pour former le conduit éjaculateur.

Entre l'uretère et le conduit éjaculateur, le conduit déférent s'élargit pour former l'ampoule du conduit déférent. Les conduits éjaculateurs pénètrent à travers la glande prostatique pour gagner l'urètre prostatique.

En clinique

Vasectomie

Le conduit déférent transporte les spermatozoïdes depuis la queue de l'épididyme située dans le scrotum jusqu'au conduit éjaculateur situé dans la cavité pelvienne. Du fait de son épaisse paroi musculaire lisse, il peut être aisément palpé dans le cordon spermatique entre le testicule et l'anneau inguinal superficiel. De même, pouvant être atteint au travers de la peau et du fascia superficiel, il est accessible à la dissection et à la section chirurgicales. Quand celle-ci est réalisée bilatéralement (vasectomie), le patient est rendu stérile. Cette méthode est utilisable pour la contraception masculine.

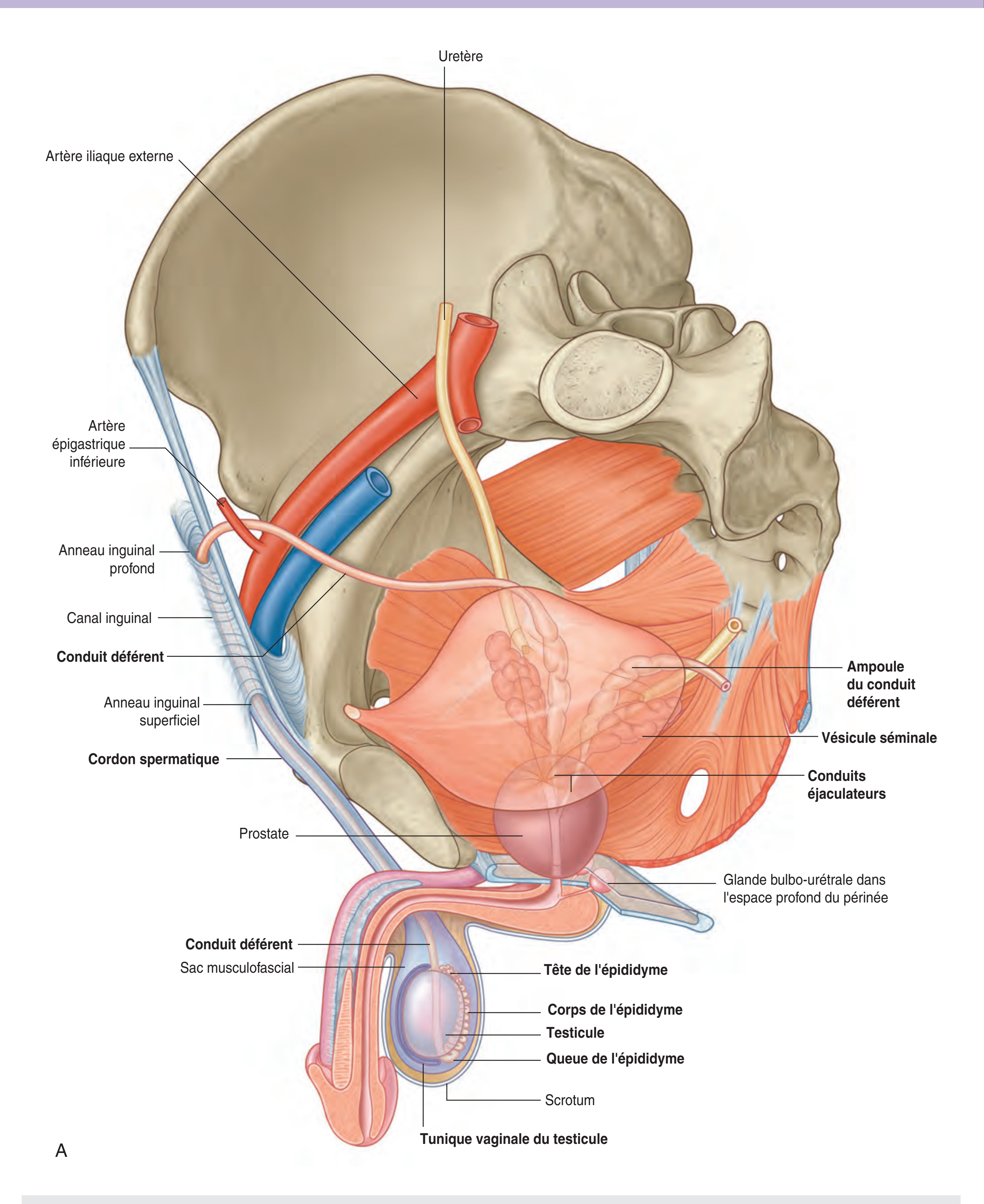


Figure 5.47 Appareil de la reproduction de l'homme. **A.** Vue globale.

Figure 5.47 Suite. B. Testicule et structures environnantes.

Vésicule séminale

Chacune des **vésicules séminales** est une glande annexe de l'appareil de la reproduction masculin qui se développe comme un diverticule tubulaire borgne à partir du conduit déférent (fig. 5.47A). Le tube est contourné avec de nombreux diverticules en forme de poche, et est encapsulé dans du tissu fibreux pour former une structure allongée située entre la vessie et le rectum. La vésicule séminale est immédiatement en dehors du conduit déférent et suit le trajet de ce dernier à la base de la vessie.

Le conduit de la vésicule séminale s'unit au conduit déférent pour former le **conduit éjaculateur** (fig. 5.48). Les sécrétions des vésicules séminales contribuent significativement au volume de l'éjaculat (sperme).

Prostate

La **prostate** est une structure impaire annexe de l'appareil de la reproduction masculin qui entoure l'urètre dans la cavité pelvienne (fig. 5.47A et fig. 5.48). Elle se situe immédiatement au-dessous de la vessie, en arrière de la symphyse pubienne, et en avant du rectum.

La prostate est en forme de cône arrondi renversé, avec une grande base, qui est en continuité en haut avec le col de la vessie, et un sommet rétréci, qui repose vers le bas sur le plancher pelvien. Les faces inférolatérales de la prostate sont au contact des muscles élévateurs de l'anus qui forment entre eux un berceau pour la prostate.

La prostate se développe sous forme de 30 à 40 complexes glandulaires individuels, qui grandissent à partir de l'épithélium de l'urètre dans l'épaisseur de la paroi avoisinante de l'urètre. Ensemble, ces glandes épaississent la paroi de l'urètre pour former la prostate. Cependant, individuellement, chaque glande conserve son propre conduit, qui s'ouvre indépendamment dans les sinus prostatiques sur la partie postérieure de la lumière urétrale (voir fig. 5.45C).

Les sécrétions de la prostate et les sécrétions des vésicules séminales contribuent ensemble à la formation du sperme durant l'éjaculation.

Les conduits éjaculateurs traversent presque verticalement la partie postérieure de la prostate, se dirigeant en avant et en bas pour s'ouvrir dans l'urètre prostatique.

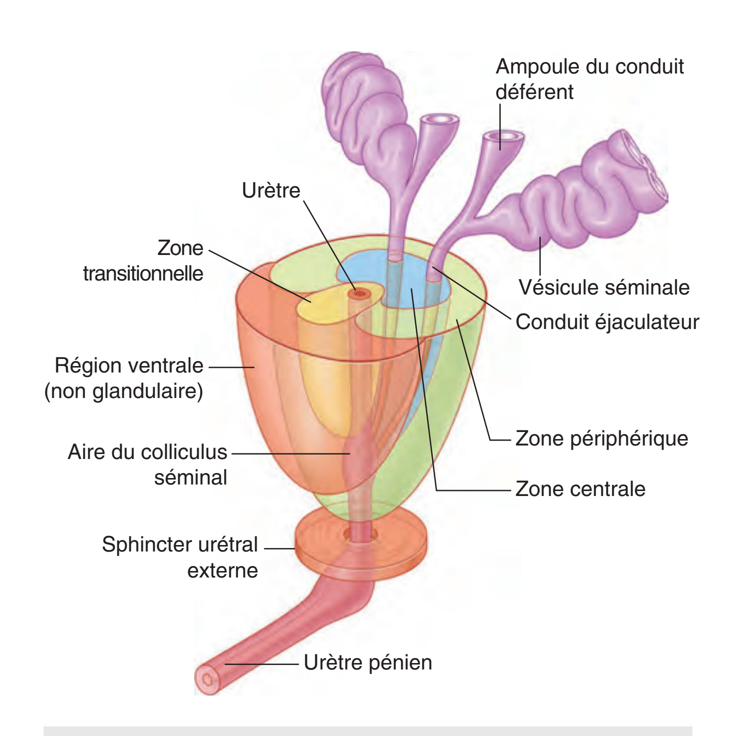


Figure 5.48 Glande prostatique. Zones anatomiques.

Glandes bulbo-urétrales

Les **glandes bulbo-urétrales** (voir fig. 5.47A), une de chaque côté, sont de petites glandes muqueuses en forme de petit pois situées dans l'espace profond du périnée. Elles sont latérales à la partie membraneuse de l'urètre. Le conduit de chaque glande traverse en bas et en dedans la **membrane du périnée**, pour s'ouvrir dans le bulbe de l'urètre spongieux à la racine du pénis.

Avec de petites glandes réparties tout le long de l'urètre spongieux, les glandes bulbo-urétrales contribuent à la lubrification de l'urètre et à la sécrétion prééjaculatoire du pénis.




En clinique

Prostate, problèmes cliniques

Le cancer de la prostate est un des cancers le plus communément diagnostiqué chez l'homme, et souvent à un stade avancé de la maladie lors du premier examen. Le cancer de la prostate se développe typiquement dans les zones périphériques de la prostate (voir fig. 5.48) et est relativement asymptomatique. Dans beaucoup de cas, il est diagnostiqué par le toucher rectal (TR) (fig. 5.49A) et par des tests sanguins, qui comprennent les dosages des phosphatases acides et de l'antigène spécifique de la prostate (*prostate-specific antigen* [PSA]). À l'examen rectal, la tumeur prostatique est perçue dure comme du « roc ». Le diagnostic est habituellement fait en obtenant un certain nombre de biopsies de la prostate. L'échographie est utilisée durant la réalisation des biopsies pour visualiser la prostate dans le but de prendre des mesures et pour le positionnement de l'aiguille. L'échographie peut aussi être utilisée pour guider directement la mise en place de marqueurs métalliques spéciaux, appelés fiduciaires, dans ou à proximité de la tumeur, à travers la paroi rectale. Cela permet de délivrer à la tumeur la radiation maximale tout en protégeant le tissu sain.

L'hypertrophie bénigne de la prostate est une maladie de la prostate qui survient avec l'âge chez la plupart des hommes (fig. 5.49B). Elle concerne les régions les plus centrales de la prostate (voir fig. 5.48), qui grossissent progressivement. La prostate est perçue comme volumineuse au toucher rectal. Enfermé dans la partie la plus centrale de la prostate hypertrophiée, l'urètre est comprimé, créant un obstacle à l'évacuation de l'urine chez un certain nombre de patients. Avec le temps, la vessie s'hypertrophie en réponse à l'obstacle à l'évacuation urinaire. Chez quelques patients, l'obstruction devient si sévère que l'urine ne peut plus passer, et un cathétérisme transurétral ou suspubien est nécessaire. Bien qu'étant une maladie bénigne, l'hypertrophie bénigne de la prostate peut avoir un effet marqué sur la vie quotidienne de beaucoup de patients.

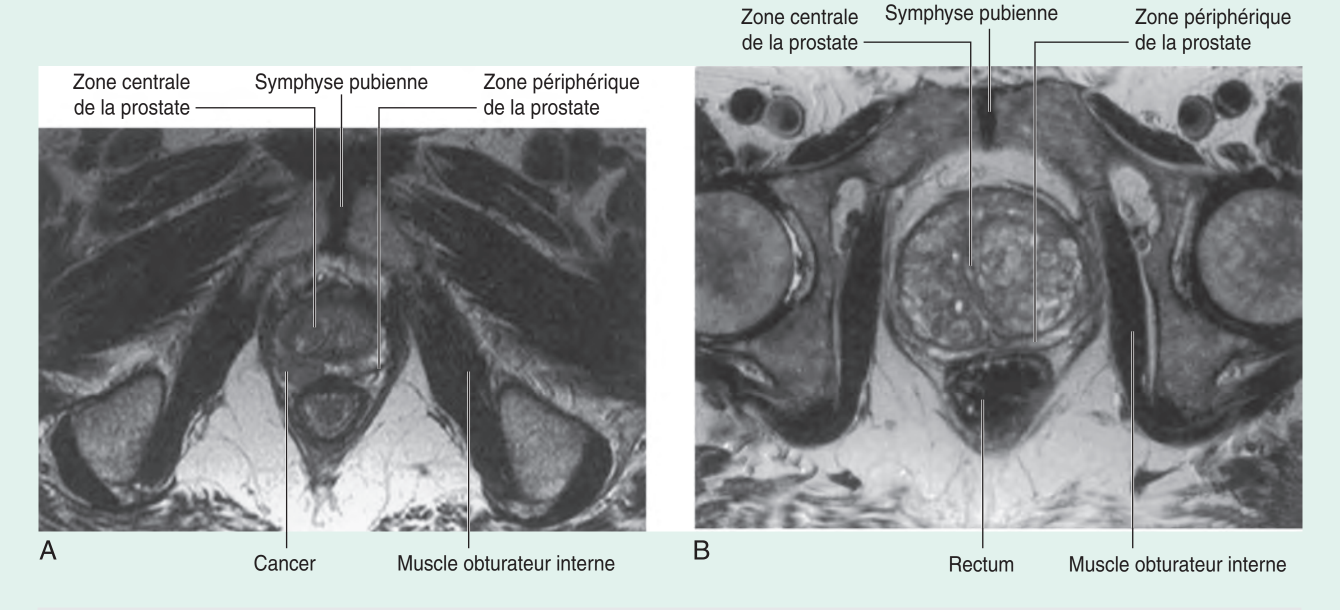


Figure 5.49 Imagerie axiale par résonance magnétique en T2 de problèmes prostatiques. **A.** Petit cancer prostatique dans la zone périphérique d'une prostate de taille normale. **B.** Hypertrophie bénigne de la prostate.

Chez la femme

L'appareil de la reproduction de la femme est essentiellement contenu dans la cavité pelvienne et le périnée, bien que, pendant la grossesse, l'utérus se développe dans la cavité abdominale. Les principaux éléments de l'appareil sont :

- un ovaire de chaque côté ;
- un utérus, un vagin et le clitoris sur la ligne médiane (fig. 5.50).

De plus, une paire de glandes accessoires (les **glandes vestibulaires majeures**) est associée à cet appareil.

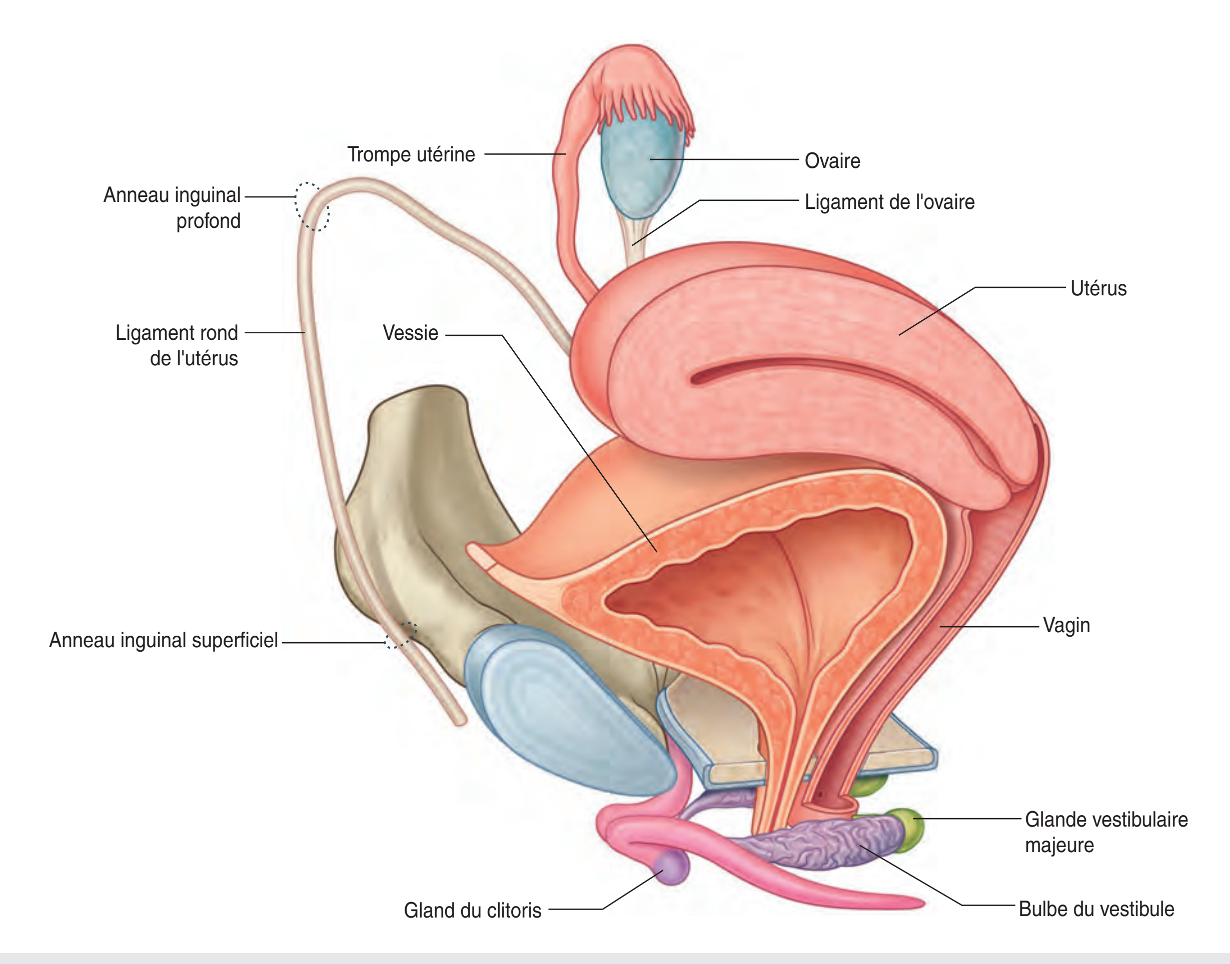


Figure 5.50 Appareil de la reproduction de la femme.

Ovaires

Comme les testicules chez l'homme, les **ovaires** se développent haut sur la paroi postérieure de l'abdomen puis descendent avant la naissance, entraînant avec eux leurs vaisseaux, lymphatiques et nerfs. À la différence des testicules, les ovaires ne migrent pas à travers le canal inguinal vers le périnée, mais s'arrêtent rapidement et prennent position sur la paroi latérale de la cavité pelvienne (fig. 5.51).

Les ovaires sont le lieu de production des œufs (oogenèse). Les œufs à maturité sont ovulés dans la cavité péritonéale et normalement dirigés vers les orifices voisins des trompes utérines par les cils des extrémités des trompes utérines.

Les ovaires reposent contre la paroi pelvienne latérale juste au-dessous de l'ouverture supérieure du pelvis. Chacun des deux ovaires en forme d'amande est long d'environ 3 cm et est suspendu par un mésentère (le **mésovarium**) à la face postérieure du ligament large.

Figure 5.51 Ovaires et ligament large.

En clinique

Cancer ovarien

Le cancer ovarien reste un des défis majeurs en oncologie. Les ovaires contiennent de nombreux types de cellules, qui peuvent tous subir une transformation maligne et nécessitent différentes imageries et protocoles thérapeutiques ; finalement, ils ont des pronostics différents.

Les tumeurs ovariennes naissent le plus souvent de la surface épithéliale ovarienne (germinale), qui est en continuité, par une zone de transition brutale, avec le péritoine du mésovarium.

De nombreux facteurs ont été incriminés dans le développement des tumeurs ovariennes, y compris de forts antécédents familiaux.

Le cancer ovarien peut survenir à tout âge, mais plus typiquement il survient chez les femmes âgées.

Le cancer de l'ovaire peut s'étendre par voie sanguine et lymphatique, et fréquemment se propager directement dans la cavité péritonéale. Une telle extension directe dans la cavité péritonéale permet le passage de cellules tumorales le long des sillons paracoliques et au niveau du foie, d'où cette maladie peut aisément disséminer. Malheureusement, beaucoup de patientes consultent tardivement avec des métastases et une maladie diffuse (fig. 5.52) au moment du diagnostic.

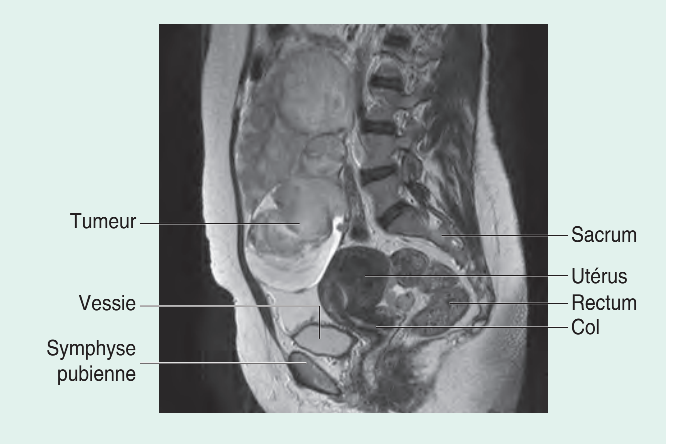


Figure 5.52 Image sagittale en résonance magnétique montrant un cancer ovarien.

En clinique

Imagerie ovarienne

Les ovaires peuvent être visualisés en utilisant les ultrasons. Si la patiente boit suffisamment d'eau, la vessie grossit et se remplit. Cette cavité emplie de liquide fournit une excellente fenêtre acoustique, derrière laquelle l'utérus et les ovaires peuvent être identifiés par examen transabdominal avec des ultrasons. Cette technique permet aux obstétriciens et aux techniciens de voir un fœtus et d'enregistrer sa croissance au cours de la grossesse.

Un examen transabdominal ne convient pas pour certaines patientes ; dans de tels cas, une sonde peut être introduite dans le vagin, permettant une visualisation rapprochée de l'utérus, du contenu du cul-de-sac recto-utérin (cul-de-sac de Douglas), et des ovaires. Les ovaires peuvent aussi être visualisés par laparoscopie. De nombreux pays ont mis en place des programmes de dépistage du cancer du col de l'utérus et les femmes sont régulièrement contactées pour des frottis de dépistage.

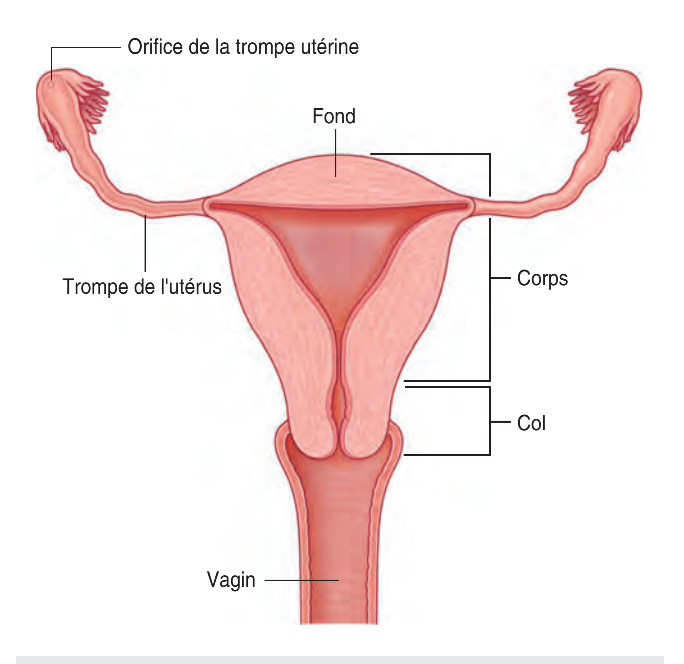


Figure 5.53 Utérus. Vue antérieure. Les moitiés antérieures de l'utérus et du vagin ont été enlevées.

Utérus

L'**utérus** est un organe à paroi musculaire épaisse, sur la ligne médiane entre la vessie et le rectum (voir fig. 5.51). Il comporte un corps et un col, et s'unit en bas au vagin (fig. 5.53). En haut, les trompes utérines se projettent latéralement à partir de l'utérus, et s'ouvrent dans la cavité péritonéale immédiatement adjacente aux ovaires.

Le corps de l'utérus est aplati d'avant en arrière et présente, au-dessus du niveau d'origine des trompes utérines (fig. 5.53), une extrémité arrondie (le **fond de l'utérus**). La cavité du corps de l'utérus est une fente étroite, en vue latérale, et est en forme de triangle inversé, en vue ventrale. Chacun des angles supérieurs de la cavité est en continuité avec la lumière des



trompes utérines; l'angle inférieur est en continuité avec le canal central du col.

L'implantation du blastocyte se fait normalement dans le corps de l'utérus. Durant la grossesse, l'utérus se développe considérablement en haut dans l'abdomen.

En clinique

Hystérectomie

Une hystérectomie est l'ablation chirurgicale de l'utérus. C'est habituellement une exérèse complète du corps, du fond et du col de l'utérus, bien que le col puisse parfois être laissé en place. Dans certains cas, les trompes utérines (de Fallope) et les ovaires sont également enlevés. Cette technique est appelée hystérectomie abdominale totale et salpingo-ovariectomie bilatérale.

Hystérectomie, ovariectomie et salpingo-ovariectomie peuvent être réalisées chez des patientes qui ont un cancer de l'appareil de la reproduction tels les cancers de l'utérus, du col utérin et de l'ovaire. Les autres indications comportent une forte histoire familiale de troubles de l'appareil de la reproduction, l'endométriose et des saignements importants. Parfois, l'utérus peut être enlevé en postpartum en raison d'une forte hémorragie.

Une hystérectomie est réalisée par une incision transversale sus-pubienne (incision de Pfannenstiel). Durant l'opération, un soin particulier permet d'identifier la partie distale des uretères et de lier à proximité les artères utérines sans léser les uretères.

Trompes de l'utérus

Les **trompes de l'utérus** s'étendent de chaque côté de l'extrémité supérieure du corps de l'utérus à la paroi latérale du pelvis, et sont enfermées dans le bord supérieur des mésosalpinx, portions des ligaments larges. Comme les ovaires sont suspendus à la face postérieure des ligaments larges, les trompes utérines passent au-dessus, et se terminent latéralement par rapport aux ovaires.

Chaque trompe utérine a une terminaison élargie en forme de cornet (l'**infundibulum**), qui se replie autour du pôle supérieur et latéral de l'ovaire homolatéral (fig. 5.54). La limite de l'infundibulum est bordée par de petits prolongements en forme de doigt appelés **franges**. La lumière de la trompe de l'utérus s'ouvre dans la cavité péritonéale à l'extrémité rétrécie de l'infundibulum. En dedans de l'infundibulum, la trompe se dilate pour former l'**ampoule**, puis se rétrécit pour former l'**isthme**, avant de s'unir avec le corps de l'utérus.

Les franges de l'infundibulum facilitent le recueil des ovules produits par les ovaires. La fécondation se produit normalement dans l'ampoule.

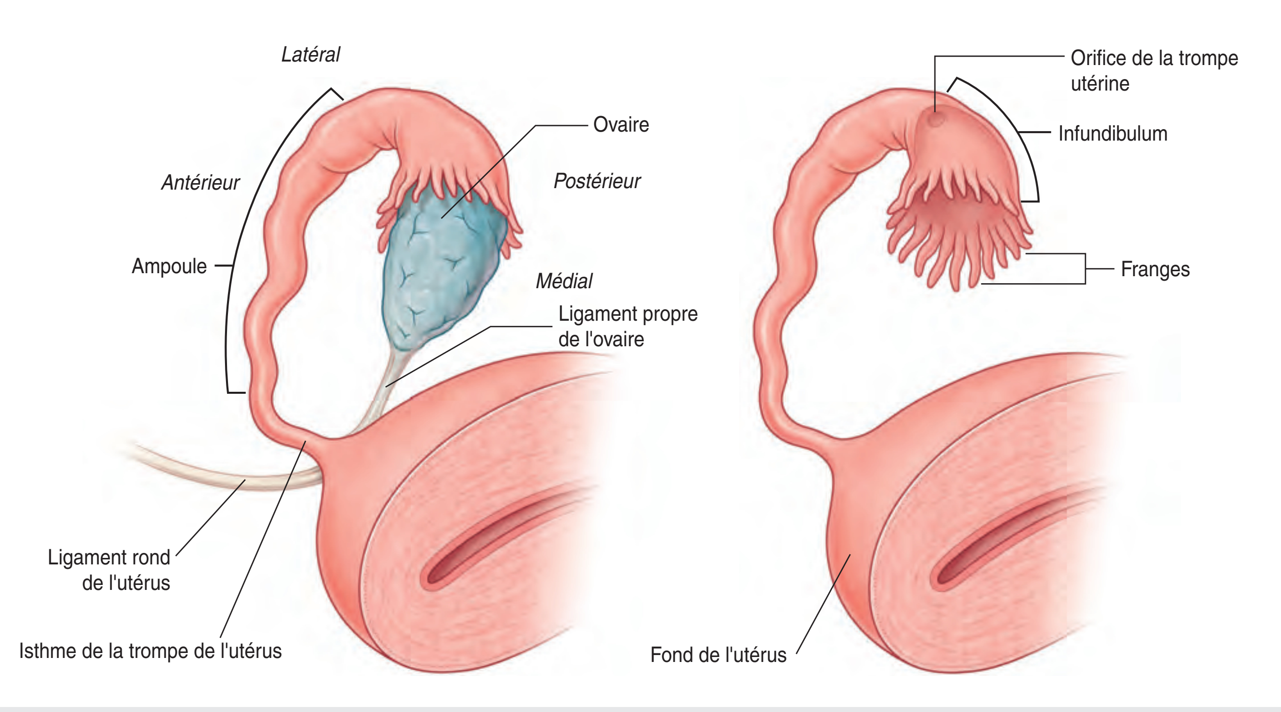


Figure 5.54 Trompes de l'utérus.

En clinique

Ligature des trompes

Après l'ovulation, l'ovule infertile est capté par les franges de la trompe utérine. L'ovule passe dans la trompe utérine où il est normalement fécondé dans l'ampoule. Le zygote commence alors son développement et passe dans la cavité utérine où il s'implante dans la paroi utérine.

Une méthode simple et efficace de contrôle des naissances est la ligature chirurgicale (clip) des trompes utérines, empêchant les spermatozoïdes d'atteindre les ovules. Cette simple et courte procédure est réalisée sous anesthésie générale. Un petit laparoscope est introduit dans la cavité péritonéale et une instrumentation spéciale est utilisée pour identifier les trompes.

Col

Le **col** constitue la partie inférieure de l'utérus et est en forme de gros cylindre court avec un étroit canal au centre. Le corps de l'utérus est normalement courbé en avant (antéfléchi sur le col), au-dessus de la face supérieure de la vessie vide (fig. 5.55A). De plus, le col forme avec le vagin une angulation antérieure (antéversé), de telle façon que l'extrémité inférieure du col s'appuie sur la partie supérieure de la face postérieure du vagin. L'extrémité du col étant en forme de dôme, elle fait saillie à l'intérieur du vagin, et un cul-de-sac, ou fornix, est constitué autour des limites du col, là où il s'unit à la paroi vaginale (fig. 5.55B). Le canal central tubulaire du col s'ouvre, au-dessous, en **ostium externe**, dans la cavité vaginale et, au-dessus, en **ostium interne**, dans la cavité utérine.

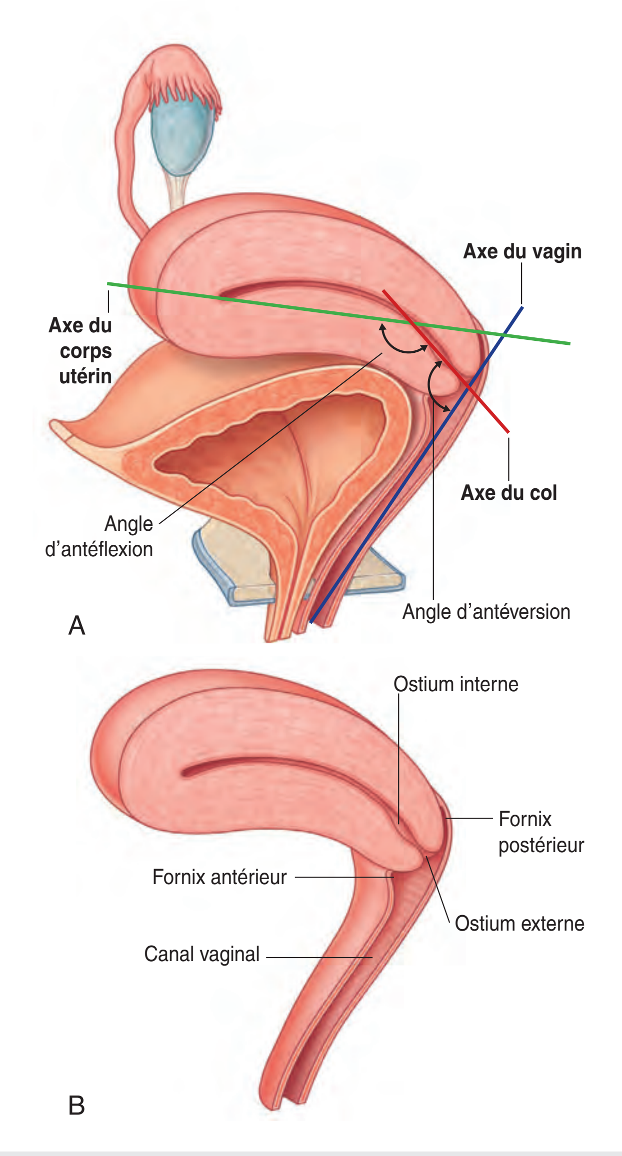


Figure 5.55 Utérus et vagin. **A.** Angles d'antéflexion et d'antéversion. **B.** Le col se projette dans le vagin.

En clinique

Carcinomes du col et de l'utérus

Le carcinome du col (fig. 5.56) et de l'utérus est une maladie commune. Le diagnostic est fait à l'inspection, par la cytologie (examen des cellules cervicales), l'imagerie, la biopsie et la dilatation avec curetage de l'utérus.

Le carcinome du col et de l'utérus peut être traité par résection locale, ablation de l'utérus (hystérectomie) et chimiothérapie adjuvante. La tumeur s'étend par voie lymphatique aux nœuds lymphatiques iliaques internes et communs. De nombreux pays ont mis en place des programmes de dépistage du cancer du col de l'utérus et les femmes sont régulièrement contactées pour des frottis de dépistage. L'âge des femmes incluses dans la population dépistée varie selon les pays.

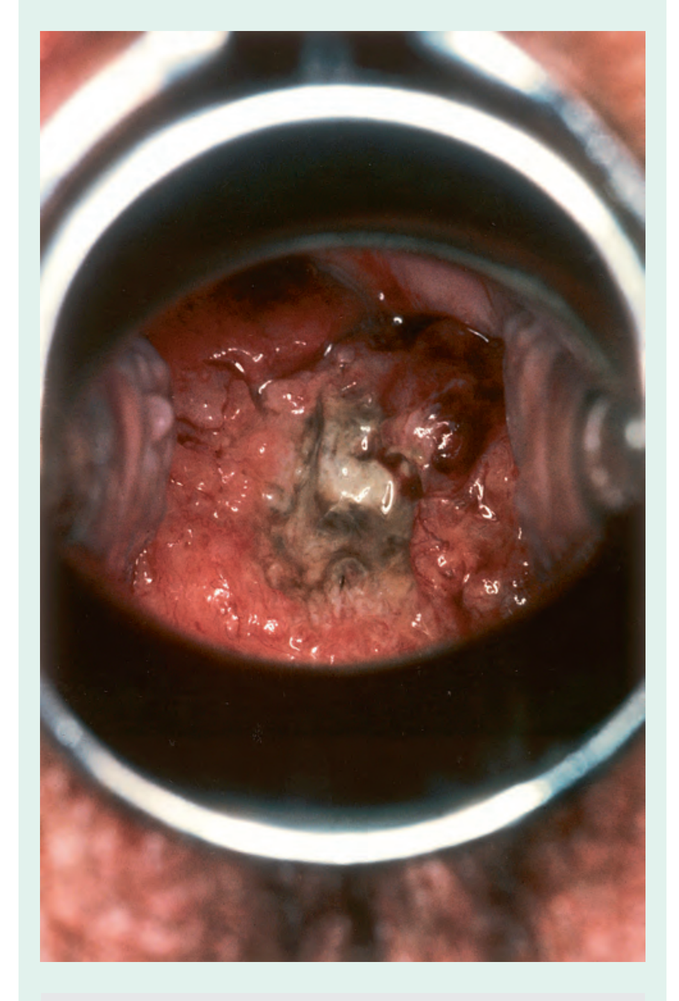


Figure 5.56 Photographie prise à travers un spéculum introduit dans le vagin et montrant un cancer du col de l'utérus. Voir fig. 5.84E pour une vue du col normal.

Vagin

Le **vagin** est l'organe de la copulation de la femme. C'est un tube fibromusculaire qui s'étend depuis le périnée jusque dans la cavité pelvienne, en passant à travers le plancher pelvien (fig. 5.57A). L'extrémité interne du canal est élargie pour former une région appelée la **voûte vaginale**.

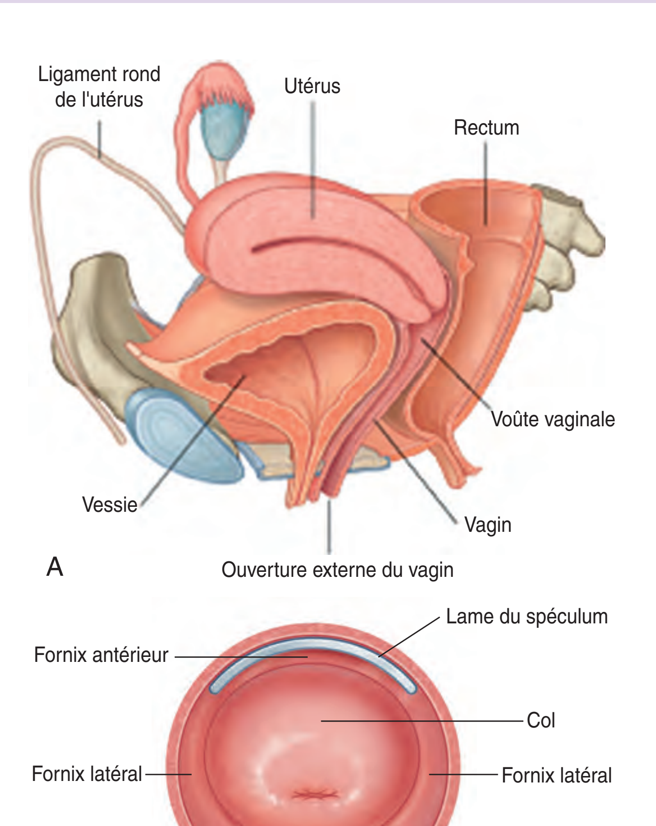


Figure 5.57 Vagin. **A.** Moitié gauche du pelvis enlevée. **B.** Fornix vaginaux et col vus à travers un spéculum.

La paroi antérieure du vagin est en rapport avec la base de la vessie et l'urètre ; en fait, l'urètre est incrusté dans, ou fusionné à, la paroi antérieure du vagin.

En arrière, le vagin est principalement en rapport avec le rectum.

En bas, le vagin s'ouvre dans le vestibule du périnée immédiatement en arrière de l'orifice externe de l'urètre. De son ouverture externe (l'**orifice du vagin**), le vagin se dirige en haut et en arrière à travers la membrane du périnée et dans la cavité pelvienne, où il est attaché par sa paroi antérieure à la limite circulaire du col.

Le **fornix du vagin** est un récessus formé entre la limite du col et la paroi vaginale. Selon la position, le fornix est subdivisé en un fornix postérieur, un fornix antérieur et deux fornix latéraux (fig. 5.57A et voir fig. 5.55).

Le canal vaginal est normalement collabé de telle façon que la paroi antérieure est en contact avec la paroi postérieure. En utilisant un spéculum pour ouvrir le canal vaginal, un

praticien peut observer l'extrémité inférieure en dôme du col, les fornix vaginaux et l'ostium externe du canal cervical d'une patiente (fig. 5.57B).

Durant les rapports, le sperme est déposé dans la voûte vaginale. Les spermatozoïdes poursuivent leur chemin dans l'ostium externe du canal cervical, traversent le canal cervical vers la cavité utérine, parcourent alors la cavité utérine puis pénètrent dans les trompes utérines, où la fécondation s'effectue dans l'ampoule.

Fascia

Le fascia de la cavité pelvienne tapisse les parois, entoure les bases des viscères pelviens, et forme des gaines autour des vaisseaux sanguins et des nerfs. Ceux-ci se dirigent médialement depuis les parois pelviennes jusqu'à la ligne médiane pour atteindre les viscères. Ce fascia pelvien est le prolongement de la couche de tissu fibreux extrapéritonéal que l'on trouve dans l'abdomen.

Chez la femme

Chez la femme, un **septum rectovaginal** sépare la face postérieure du vagin du rectum (fig. 5.58A). Des condensations du fascia forment les ligaments qui s'étendent du col aux parois pelviennes antérieure (**ligament pubocervical**), latérale (**ligament transverse cervical** ou **ligament cardinal**) et postérieure (**ligament utérosacral**) (fig. 5.58A). Ces ligaments, avec la membrane du périnée, les muscles élévateurs de l'anus et le centre tendineux du périnée, sont considérés comme les stabilisateurs de l'utérus dans la cavité pelvienne. Les plus importants de ces ligaments sont les ligaments transverses cervicaux ou ligaments cardinaux, qui s'étendent latéralement de chaque côté du col et de la voûte vaginale à la paroi pelvienne homolatérale.

En clinique

Cul-de-sac recto-utérin
Le cul-de-sac recto-utérin (**cul-de-sac de Douglas**) est une région extrêmement importante en clinique située entre le rectum et l'utérus. Quand la patiente est en décubitus dorsal, le cul-de-sac recto-utérin est la partie la plus déclive de la cavité abdominopelvienne, et est un lieu où se collectent typiquement les infections et liquides. Il est impossible de palper cette région par voie transabdominale, mais elle peut être examinée par la palpation transvaginale et transrectale. Si un abcès est suspecté, il peut être drainé à travers le vagin ou le rectum sans nécessiter une chirurgie transabdominale.

Chez l'homme

Chez l'homme, une condensation du fascia autour des régions antérieure et latérales de la prostate (le **fascia prostatique**) contient et entoure les plexus veineux prostatiques. Elle est en continuité en arrière avec le **septum rectovésical**, qui sépare la face postérieure de la prostate et la base de la vessie du rectum (fig. 5.58B).

Péritoine

Le péritoine du pelvis est en continuité avec le péritoine de l'abdomen au niveau de l'ouverture supérieure du pelvis. Dans le pelvis, le péritoine repose comme un drap sur les viscères pelviens, formant :

- des culs-de-sac entre les viscères voisins ;
- des replis et ligaments entre les viscères et les parois pelviennes.

Ligament utérosacral
Ligament transverse cervical
Ligament pubocervical
A
Septum rectovaginal

Rectum
Septum rectovésical
Canal anal
Ligament puboprostatique
Prostate
B
Fascia prostatique
Plexus veineux prostatique

Figure 5.58 Fascia pelvien. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

En avant, des plis péritonéaux et ombilicaux médian et médial couvrent respectivement les restes embryologiques de l'ouraque et des artères ombilicales (fig. 5.59). Ces plis montent en dehors du pelvis sur la paroi antérieure de l'abdomen. En arrière, le péritoine drape les faces antérieure et latérales du tiers supérieur du rectum, mais seule la face antérieure du tiers moyen du rectum est tapissée de péritoine ; le tiers inférieur du rectum n'est pas du tout couvert.

Chez la femme

Chez la femme, l'utérus se situe entre la vessie et le rectum, et les trompes utérines s'étendent de la partie supérieure de l'utérus aux parois latérales du pelvis (fig. 5.59A). En conséquence, un **cul-de-sac vésico-utérin** peu profond se forme en avant entre la vessie et l'utérus, et un **cul-de-sac recto-utérin (cul-de-sac de Douglas)** profond se forme en arrière entre l'utérus et le rectum. De plus, un vaste pli de péritoine (le ligament large), avec la trompe utérine enfermée dans son bord supérieur et l'ovaire attaché en arrière, est situé de chaque côté de l'utérus, et s'étend jusqu'aux parois pelviennes latérales.

Sur la ligne médiane, le péritoine descend sur la face postérieure de l'utérus et du col ainsi que sur la paroi vaginale adjacente au fornix vaginal postérieur. Il se réfléchit ensuite sur les parois antérieure et latérales du rectum. Le profond cul-de-sac péritonéal formé entre la face antérieure du rectum et les faces postérieures de l'utérus, du col et du vagin, est le cul-de-sac recto-utérin. Une arête de péritoine en forme de faucille (le **pli recto-utérin**) apparaît de chaque côté près de la base du cul-de-sac recto-utérin. Les **plis recto-utérins** recouvrent les **ligaments utérosacraux**, qui sont des condensations du fascia pelvien s'étendant depuis le col jusqu'aux parois pelviennes postérolatérales.

Ligament large

Le **ligament large** est un repli de péritoine, comme un drap, orienté dans un plan coronal qui s'étend de la paroi latérale du pelvis jusqu'à l'utérus ; il revêt à son bord supérieur la trompe utérine (fig. 5.59A). Les artères utérines croisent les uretères à la base des ligaments larges, et le ligament propre de l'ovaire et le ligament rond de l'utérus sont inclus dans les parties du ligament large reliées respectivement à l'ovaire et l'utérus. Le ligament large a trois parties :

- le mésomètre, la partie la plus grande du ligament large, qui s'étend depuis les parois latérales du pelvis jusqu'au corps de l'utérus ;
- le mésosalpinx, la partie supérieure du ligament marge, qui suspend la trompe utérine dans la cavité pelvienne ;
- le mésovarium, un prolongement postérieur du ligament large, qui l'attache à l'ovaire.

Le péritoine du mésovarium est en continuité avec l'épithélium (germinal) de la surface ovarienne (voir fig. 5.59A). Les ovaires sont positionnés avec leur grand axe dans un plan vertical. Les vaisseaux, les nerfs et les lymphatiques ovariens arrivent de dehors en dedans au pôle supérieur de l'ovaire et sont recouverts par un autre pli de péritoine qu'ils soulèvent. Ce pli avec les éléments qu'il contient forme le **ligament suspenseur de l'ovaire (ligament infundibulo-ovarique)**.

Le pôle inférieur de l'ovaire est attaché à un cordon de tissu fibromusculaire (le **ligament propre de l'ovaire**), qui se dirige médialement dans le bord du mésovarium vers l'utérus, puis poursuit son trajet en avant et latéralement, formant le **ligament rond de l'utérus** (fig. 5.59A). Le ligament rond de l'utérus passe au-dessus de l'ouverture supérieure du pelvis pour atteindre l'anneau inguinal profond et, ensuite, parcourir le canal inguinal pour se terminer dans du tissu fibreux associé aux grandes lèvres du périnée. Le ligament propre de l'ovaire et le ligament rond de l'utérus sont des restes du gubernaculum, qui relie la gonade aux bourrelets labioscrotaux chez l'embryon.



Figure 5.59 Péritoine du pelvis. **A.** Chez la femme.

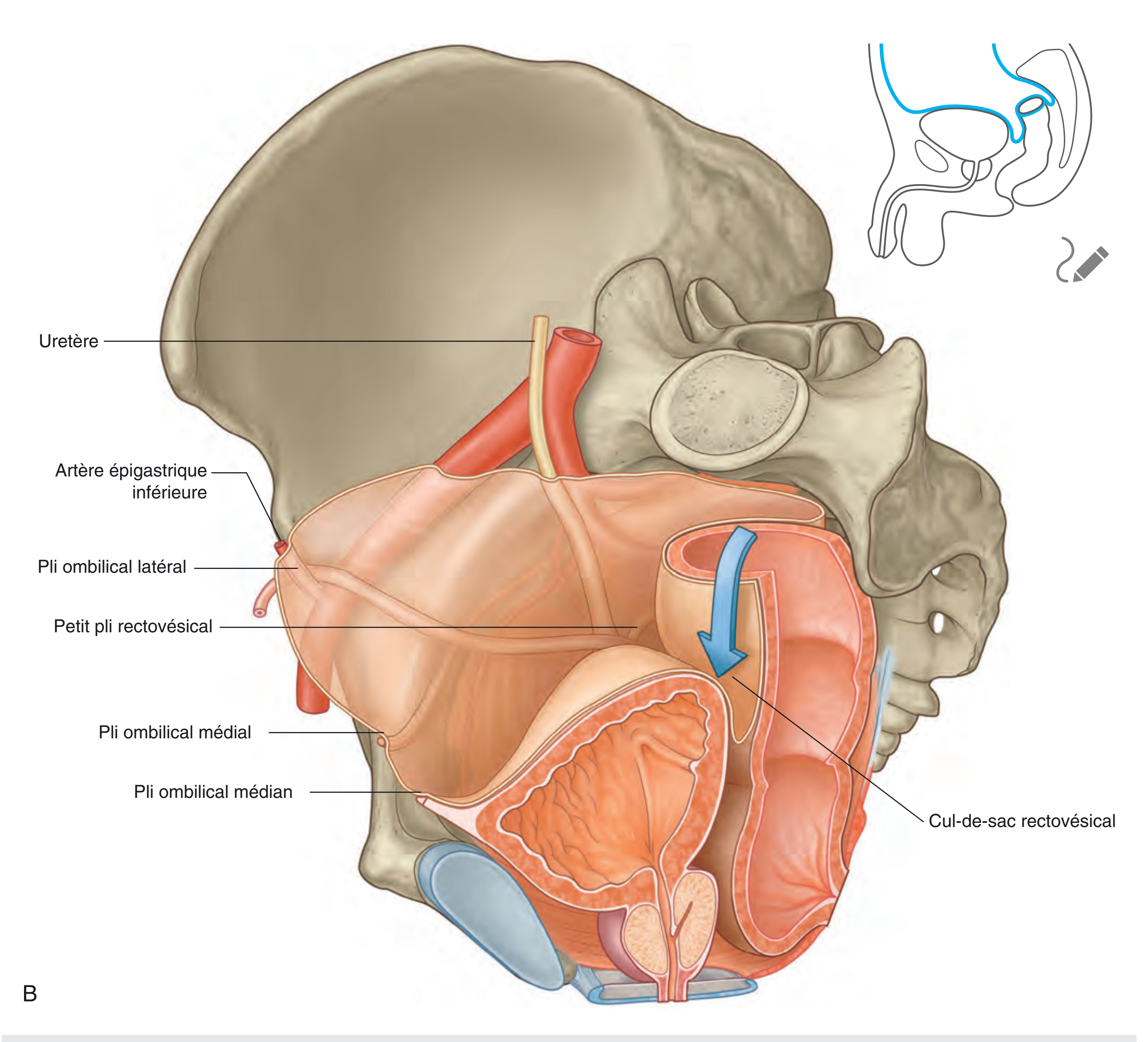


Figure 5.59 Suite. B. Chez l'homme.

Chez l'homme

Chez l'homme, le péritoine viscéral repose comme un drap depuis le sommet de la vessie jusqu'aux pôles supérieurs des vésicules séminales, puis se réfléchit sur les faces antérieure et latérales du rectum (fig. 5.59B). Un **cul-de-sac rectovésical** est formé entre la vessie et le rectum.

Nerfs

Plexus somatiques

Plexus sacral et coccygien

Les plexus sacral et coccygien sont situés sur la paroi postérolatérale de la cavité pelvienne, et se trouvent généralement dans le plan entre les muscles et les vaisseaux sanguins. Ils sont formés par les rameaux ventraux de S1 à Co, avec une contribution significative de L4 et L5, qui entrent dans le pelvis en provenance du plexus lombal (fig. 5.60). Les nerfs de ces plexus essentiellement somatiques contribuent à l'innervation des membres inférieurs et des muscles du pelvis et du périnée. Des rameaux cutanés innervent la peau du côté médial du pied, de la face postérieure du membre inférieur, et de la plus grande partie du périnée.

Nerf glutéal supérieur
Tronc lombosacral
Nerf du muscle piriforme
L4
L5
Nerfs splanchniques pelviens (parasympathiques de S2 à S4)
S1
S2
S3
S4
Nerf perforant cutané
Nerf cutané postérieur de la cuisse
Nerf glutéal inférieur
Nerf sciatique
Plexus coccygien
Nerf obturateur (du plexus lombal)
Nerf de l'obturateur interne et du jumeau supérieur
Nerfs anoccygiens
Nerf du carré fémoral et du jumeau inférieur
Nerf pudendal
Nerfs pour le coccygien, l'élévateur de l'anus et le sphincter anal externe

Figure 5.60 Plexus sacral et coccygien.

Plexus sacral

Le plexus sacral est formé de chaque côté par les rameaux antérieurs de S1 à S4, et par le tronc lombosacral (L4 et L5) (fig. 5.61). Le plexus se forme sur la face antérieure du muscle piriforme, qui est une partie de la paroi pelvienne postérolatérale. Les rameaux sacraux du plexus émergent des foramens sacraux antérieurs, et se dirigent latéralement et en bas sur la paroi pelvienne. Le tronc lombosacral, constitué d'une partie du rameau antérieur de L4 et de tout le rameau antérieur de L5, suit un trajet vertical vers la cavité pelvienne depuis l'abdomen, en passant immédiatement en avant de l'articulation sacro-iliaque.

Des rameaux communicants gris des ganglions du tronc sympathique rejoignent chaque rameau antérieur et lui apportent des fibres sympathiques postganglionnaires

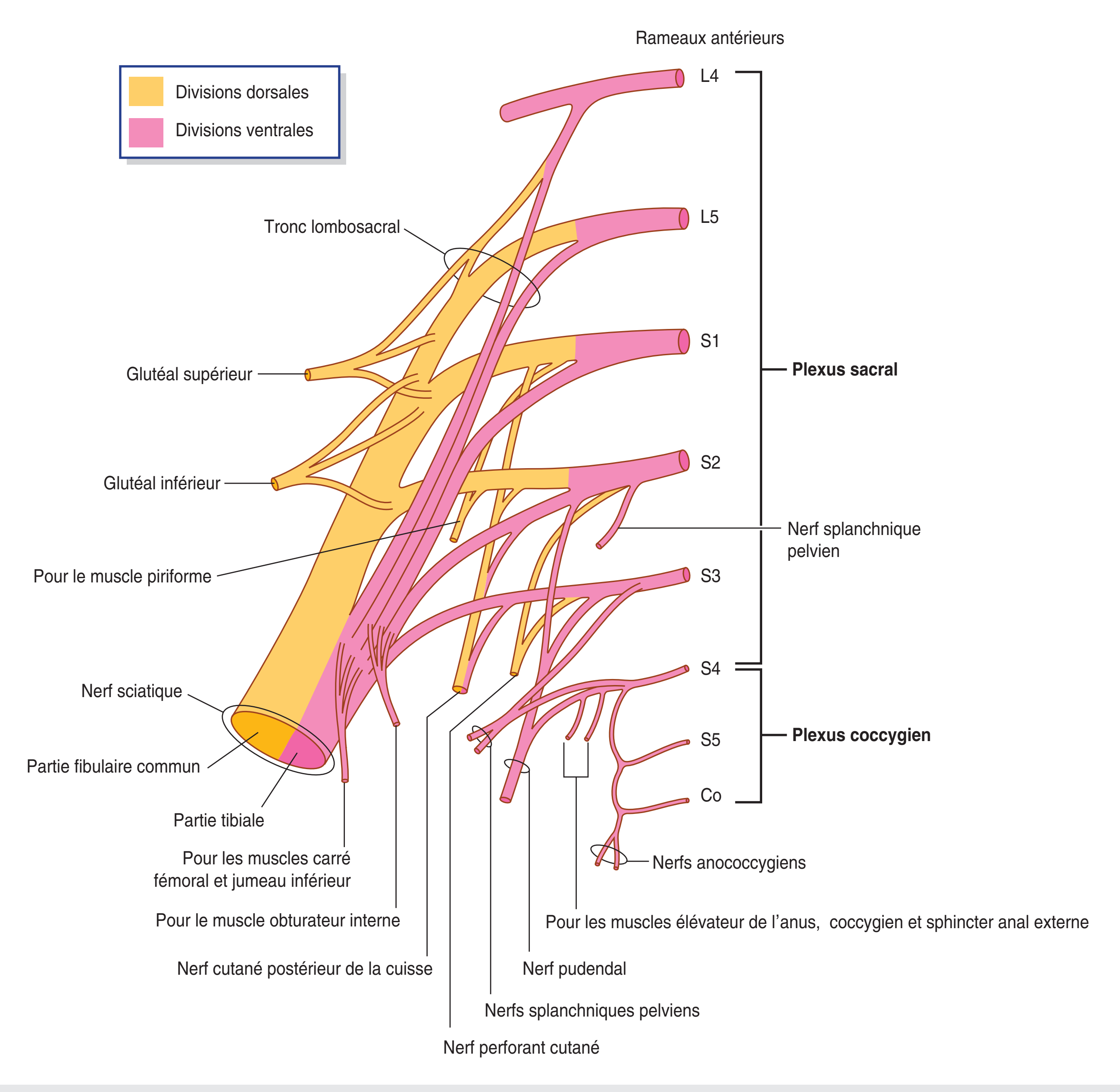


Figure 5.61 Constituants et rameaux des plexus sacral et coccygien.

destinées aux nerfs somatiques pour la périphérie (fig. 5.62). De plus, des nerfs viscéraux spéciaux (les **nerfs splanchniques pelviens**) naissant de S2 à S4 délivrent des fibres préganglionnaires parasympathiques à la partie pelvienne des plexus prévertébraux (fig. 5.60 et fig. 5.61).

Chaque rameau ventral a une division ventrale et une division dorsale qui s'unissent avec des divisions semblables venant d'autres niveaux pour former les nerfs terminaux (fig. 5.61). Le rameau antérieur de S4 a seulement une division ventrale.

Les rameaux du plexus sacral comportent le nerf sciatique, les nerfs glutéaux, qui sont des nerfs majeurs du membre inférieur, et le nerf pudendal, qui est le nerf du périnée (tableau 5.4). De nombreux rameaux plus petits innervent la paroi pelvienne, le plancher et le membre inférieur.

La plupart des nerfs originaires du plexus sacral quittent la cavité pelvienne en passant au travers du foramen ischiatique au-dessous du muscle piriforme, et pénètrent dans la région glutéale du membre inférieur. D'autres nerfs quittent la cavité pelvienne en utilisant différentes voies ; un petit nombre de nerfs ne quittent pas la cavité pelvienne et se dirigent directement vers des muscles de la cavité pelvienne. Finalement, deux nerfs quittent la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique, font une boucle autour de l'épine ischiatique et du ligament sacroépineux, puis passent médialement par le petit foramen ischiatique pour innerver des éléments du périnée et de la paroi pelvienne latérale.

Nerf sciatique. Le **nerf sciatique** est le plus gros nerf du corps et transporte des fibres de L4 à S3 (fig. 5.60 et fig. 5.61).

- Il se forme sur la face antérieure du muscle piriforme et quitte la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique au-dessous du piriforme.

Figure 5.62 Troncs sympathiques dans le pelvis.

Tableau 5.4 Rameaux des plexus sacral et coccygien*.

Rameau	Segment spinal	Fonction
PLEXUS SACRAL		
Nerf sciatique Nerf tibial	L4 à S3	Motrice Tous les muscles ou tendons de la loge postérieure de la cuisse (incluant la partie tendineuse du muscle grand adducteur) sauf le chef court du biceps Tous les muscles de la loge postérieure de la jambe Tous les muscles de la plante du pied Sensitive (cutanée) Peau des faces postérolatérale et médiale du pied et de la plante du pied
Nerf fibulaire commun	L4 à S2	Motrice Chef court du biceps dans la loge postérieure de la cuisse Tous les muscles des loges antérieure et latérale de la jambe Muscle court extenseur des orteils (contribue aussi à innerver le muscle premier interosseux dorsal) Sensitive (cutanée) Peau de la face antérolatérale de la jambe et de la face dorsale du pied
Nerf pudendal	S2 à S4	Motrice Muscles squelettiques du périnée incluant les sphincters externes de l'urètre et de l'anus et l'élévateur de l'anus (recouvrements dans l'innervation de l'élévateur de l'anus et le sphincter externe avec des rameaux directs de la division ventrale de S4) Sensitive (cutanée) La plus grande partie de la peau du périnée. Pénis et clitoris
Nerf glutéal supérieur	L4 à S1	Motrice Muscles moyen glutéal, petit glutéal et tenseur du fascia lata
Nerf glutéal inférieur	L5 à S2	Motrice Grand glutéal
Nerf de l'obturateur interne et du jumeau supérieur	L5 à S2	Motrice Obturateur interne et jumeau supérieur

(*Suite*)



Tableau 5.4 Suite.

Rameau	Segment spinal	Fonction
Nerf pour le carré fémoral et le jumeau inférieur	L4 à S1	Motrice Carré fémoral et jumeau inférieur
Nerf cutané postérieur de la cuisse	S1, S3	Sensitive (cutanée) Peau de la face postérieure de la cuisse
Nerf perforant cutané	S2, S3	Sensitive (cutanée) Peau du pli glutéal (chevauchements avec le nerf cutané postérieur de la cuisse)
Nerf du piriforme	S1, S2	Motrice Muscle piriforme
Nerfs pour l'élévateur de l'anus, coccygien et le sphincter anal externe	S4	Motrice Élévateur de l'anus, coccygien et sphincter anal externe (chevauchements avec le nerf pudendal) Sensitive (cutanée) (Une petite surface de peau entre anus et coccyx)
Nerfs splanchniques pelviens	S2, S3 (4)	Motrice (viscérale) Motricité viscérale (parasympathique préganglionnaire) pour la partie pelvienne du plexus prévertébral Stimule l'érection, module la motricité de l'appareil gastro-intestinal distal à l'angle colique gauche, inhibiteur pour le sphincter interne de l'urètre Sensitive (viscérale) Afférences viscérales (qui suivent les parasympathiques) des viscères pelviens et des parties distales du côlon. Douleur du col et possiblement de la vessie et de l'urètre proximal
PLEXUS COCCYGIEN Nerfs anococcygiens	S4 à Co	Sensitive (cutanée) Peau périanale

* Les parenthèses indiquent que le segment spinal est un composant inconstant du nerf.

- Il traverse la région glutéale vers la cuisse, où il se divise en ses deux troncs majeurs, le nerf fibulaire commun (nerf péronier commun) et le nerf tibial. Les divisions dorsales de L4, L5, S1 et S2 sont transportées par la partie fibulaire commune du nerf, et les divisions ventrales de L4, L5, S1, S2 et S3 sont transportées dans la partie tibiale.
- Il innerve les muscles de la loge postérieure de la cuisse et les muscles de la jambe et du pied.
- Il transporte les fibres sensitives de la peau du pied et de la peau latérale de la jambe.

Nerf pudendal. Le **nerf pudendal** se forme devant la partie la plus basse du muscle piriforme à partir des divisions ventrales de S2 à S4 (fig. 5.60 et fig. 5.61).

- Il quitte la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique, au-dessous du muscle piriforme, et entre dans la région fessière.
- Il se dirige immédiatement vers le périnée en contournant le ligament sacroépineux, qui rejoint l'épine ischiatique, et passe par le petit foramen ischiatique (ce trajet fait sortir le nerf de la cavité pelvienne, autour de l'insertion périphérique du plancher pelvien, puis pénétrer dans le périnée).
- Il est accompagné tout au long de son trajet par les vaisseaux pudendaux internes.
- Il innerve la peau et les muscles squelettiques du périnée, y compris les sphincters externes de l'anus et de l'urètre.

En clinique

Bloc pudendal

Le bloc anesthésique pudendal est réalisé pour soulager la douleur en rapport avec l'accouchement.

Bien que l'utilisation de cette technique soit moins courante depuis l'extension de l'anesthésie épidurale, elle offre une excellente option chez les femmes qui présentent une contrindication à l'anesthésie névraxiale (du fait de particularité anatomique spinale, de thrombopénies, de la proximité de l'accouchement). Les blocs pudendaux sont également utilisés pour certains types de douleurs pelviennes chroniques et dans quelques procédures rectales ou urologiques. L'injection est habituellement faite là où le nerf pudendal croise la face latérale du ligament sacroépineux, près de son attache à l'épine ischiatique. Durant l'accouchement, un doigt introduit dans le vagin peut palper l'épine ischiatique. L'aiguille est passée en transcutané à la face médiale de l'épine ischiatique et autour du ligament sacroépineux. L'infiltration est réalisée et le périnée anesthésié. Les blocs de nerf pudendal peuvent aussi être réalisés en étant guidés par imagerie (en utilisant la fluoroscopie, la tomodensitométrie ou l'échographie) afin de localiser le nerf lui-même plutôt qu'en s'appuyant sur des repères purement anatomiques.

Autres rameaux du plexus sacral. Les autres rameaux du plexus sacral sont :

- des rameaux moteurs pour les muscles de la région glutéale, de la paroi pelvienne et du plancher pelvien (nerfs glutéaux supérieur et inférieur, nerfs de l'obturateur interne et du jumeau supérieur, nerf du carré fémoral et du jumeau inférieur, nerf du piriforme, nerf de l'élévateur de l'anus) ;
- les nerfs sensitifs pour la peau de la région glutéale inférieure, et des faces postérieures de la cuisse et de la partie supérieure de la jambe (nerf perforant cutané et **nerf cutané postérieur de la cuisse**) (fig. 5.60 et fig. 5.61).

Le **nerf glutéal supérieur**, constitué de rameaux issus des divisions dorsales de L4 à S1, quitte la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique au-dessus du muscle piriforme, et innerve des muscles de la région glutéale – **muscles moyen glutéal, petit glutéal** et **tenseur du fascia lata**.

Le **nerf glutéal inférieur**, constitué par des rameaux issus des divisions dorsales de L5 à S2, quitte la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique au-dessous du muscle piriforme, et innerve le **grand glutéal**, le plus volumineux muscle de la région glutéale.

Les nerfs glutéaux supérieur et inférieur sont tous deux accompagnés par les artères correspondantes.

Le **nerf de l'obturateur interne** et du **jumeau supérieur**, muscle qui lui est associé, naît des divisions ventrales de L5 à S2, et abandonne la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique au-dessous du muscle piriforme. Comme le nerf pudendal, il passe autour de l'épine ischiatique et à travers le petit foramen ischiatique pour entrer dans le périnée et innerver le muscle obturateur interne par la face médiale du muscle, au-dessous de l'insertion du muscle élévateur de l'anus.

Le nerf du muscle carré fémoral et du muscle jumeau inférieur ainsi que le nerf cutané postérieur de la cuisse (nerf cutané fémoral postérieur) sortent aussi de la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique au-dessous du muscle piriforme ; ils se rendent respectivement aux muscles et à la peau du membre inférieur.

À la différence des autres nerfs naissant du plexus sacral, qui sortent de la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique soit au-dessus soit au-dessous du muscle piriforme, le **nerf perforant cutané** quitte la cavité pelvienne en pénétrant directement à travers le ligament sacrotubéral, puis se dirige vers la peau de la partie inférieure des fesses.

Le **nerf du piriforme** et un certain nombre de petits nerfs pour les muscles élévateur de l'anus et coccygien naissent du plexus sacral ; ils atteignent directement leurs muscles cibles sans quitter la cavité pelvienne.



Le **nerf obturateur** (L2 à L4) est un rameau du plexus lombal. Il se dirige vers le bas le long de la paroi abdominale postérieure dans le muscle psoas, émerge de la face médiale du psoas, passe en arrière de l'artère iliaque commune et en dedans de l'artère iliaque interne, au niveau de l'ouverture supérieure du pelvis, puis poursuit son trajet sur la paroi latérale pelvienne. Il quitte la cavité pelvienne en passant par le canal obturateur et innerve la région des adducteurs de la cuisse.

Plexus coccygien

Le petit plexus coccygien reçoit une contribution minime de S4 et est essentiellement formé par les rameaux antérieurs de S5 et Co, qui naissent au-dessous du plancher pelvien. Ils pénètrent le muscle coccygien pour entrer dans la cavité pelvienne et s'unir au rameau antérieur de S4 et former un seul tronc, duquel naissent les petits **nerfs anococcygiens** (tableau 5.4). Ces nerfs pénètrent dans le muscle et dans les ligaments sacroépineux et sacrotubéral qui le couvrent, puis deviennent superficiels pour innerver la peau du triangle anal du périnée.

Plexus viscéraux

Chaîne sympathique paravertébrale

La partie paravertébrale du système nerveux viscéral est représentée dans le pelvis par les extrémités inférieures des troncs sympathiques (fig. 5.63A). Chaque tronc pénètre dans la cavité pelvienne depuis l'abdomen en passant sur

Figure 5.63 Extensions pelviennes des plexus prévertébraux. **A.** Vue antérieure.

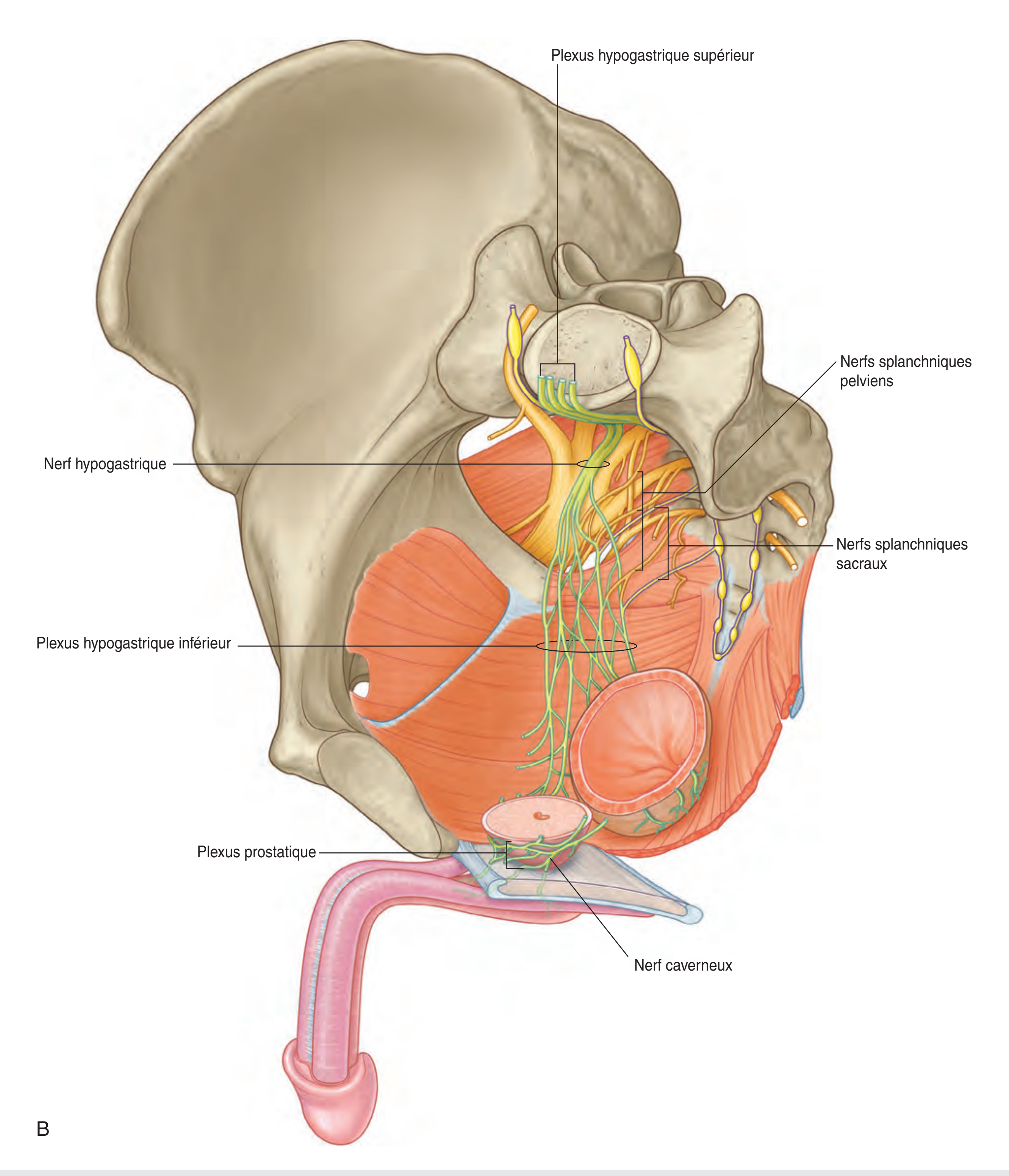


Figure 5.63 Suite. B. Vue antéromédiale du côté droit du plexus.

l'aile du sacrum en dedans des troncs lombosacraux et en arrière des vaisseaux iliaques. Les troncs se dirigent vers le bas sur la face antérieure du sacrum, où ils sont positionnés en dedans des foramens sacraux antérieurs. Quatre ganglions se trouvent sur chaque tronc. En avant du coccyx, les deux troncs s'unissent pour former un unique ganglion terminal (le **ganglion impair**).

Le rôle principal des troncs sympathiques dans le pelvis est de donner des fibres sympathiques postganglionnaires aux rameaux antérieurs des nerfs sacraux pour leur distribution périphérique, essentiellement à des parties du membre inférieur et au périnée. Cela est réalisé grâce aux rameaux communicants gris qui relient les troncs aux rameaux antérieurs sacraux.

En plus des rameaux communicants gris, d'autres rameaux (les **nerfs splanchniques sacraux**) rejoignent – et entrent dans la composition de – la partie pelvienne des plexus prévertébraux en rapport avec l'innervation des viscères pelviens (fig. 5.63A).

Extensions pelviennes des plexus prévertébraux

Les parties pelviennes des plexus prévertébraux transportent des fibres sympathiques, parasympathiques et afférentes viscérales (fig. 5.63A). Les parties pelviennes des plexus sont responsables de l'innervation des viscères pelviens et des tissus érectiles du périnée.

Les plexus prévertébraux entrent dans le pelvis sous forme de deux **nerfs hypogastriques**, un de chaque côté, qui croisent l'ouverture supérieure du pelvis en dedans des vaisseaux iliaques internes (fig. 5.63A). Les nerfs hypogastriques sont formés par séparation des fibres du **plexus hypogastrique supérieur**, en contingents droit et gauche. Le plexus hypogastrique supérieur est situé en avant de la vertèbre LV entre le promontoire du sacrum et la bifurcation de l'aorte.

Quand les nerfs hypogastriques sont rejoints par les nerfs splanchniques pelviens transportant des fibres parasympathiques préganglionnaires de S2 à S4, les **plexus pelviens** (**plexus hypogastriques inférieurs**) sont constitués (fig. 5.63). Les plexus hypogastriques inférieurs, un de chaque côté, se dirigent vers le bas sur les parois pelviennes, en dedans des gros vaisseaux et des nerfs somatiques. Ils donnent naissance aux plexus subsidiaires suivants, qui innervent les viscères pelviens :

- le **plexus rectal** ;
- le **plexus utérovaginal** ;
- le **plexus prostatique** ;
- le **plexus vésical**.

Les rameaux terminaux des plexus hypogastriques inférieurs pénètrent et traversent l'espace profond du périnée, et innervent les tissus érectiles du pénis et du clitoris dans le périnée (fig. 5.63B). Chez l'homme, ces nerfs, appelés **nerfs caverneux**, sont des prolongements des plexus prostatiques. Le mode de distribution des nerfs similaires chez la femme n'est pas parfaitement clair, mais ils sont vraisemblablement des prolongements des plexus utérovaginaux.

Fibres sympathiques

Les fibres sympathiques entrent dans les plexus hypogastriques inférieurs en provenance des nerfs hypogastriques et de rameaux (nerfs splanchniques sacraux) des parties sacrales supérieures des troncs sympathiques (fig. 5.63A). Finalement, ces nerfs proviennent des fibres préganglionnaires qui ont quitté la moelle spinale dans les racines antérieures, essentiellement de T10 à L2. Ces fibres :

- innervent les vaisseaux sanguins ;
- provoquent la contraction du muscle lisse des sphincters urétral interne chez l'homme, et anal interne chez l'homme et la femme ;
- provoquent la contraction du muscle lisse en rapport avec les voies de la reproduction et avec les glandes associées à l'appareil de la reproduction ;
- sont importants pour mouvoir les sécrétions depuis l'épididyme et les glandes associées jusqu'à l'urètre et former le sperme au moment de l'éjaculation.

Fibres parasympathiques

Les fibres parasympathiques contenues dans les nerfs splanchniques pelviens qui naissent des segments S2 à S4 de la moelle spinale gagnent les plexus pelviens (fig. 5.63A). Ils :

- sont généralement vasodilatateurs ;
- stimulent la contraction vésicale ;
- stimulent l'érection ;
- modulent l'activité du système nerveux entéral du côlon distal à l'angle gauche (en plus des viscères pelviens, quelques fibres ont un trajet ascendant dans les plexus prévertébraux, ou comme nerfs indépendants, et passent dans le plexus mésentérique inférieur de l'abdomen).

Fibres viscérales afférentes

Les fibres viscérales afférentes suivent le trajet des fibres sympathiques et parasympathiques vers la moelle spinale. Les fibres afférentes qui entrent dans la moelle au niveau des segments thoraciques inférieurs et des segments lombaux avec les fibres sympathiques transportent généralement les sensations douloureuses. Cependant, les fibres de la douleur du col et quelques fibres de la douleur de la vessie et de l'urètre peuvent accompagner les nerfs parasympathiques aux segments sacraux de la moelle spinale.

En clinique

Prostatectomie et impuissance

Il peut être nécessaire de réaliser une chirurgie radicale pour guérir un cancer de la prostate. Pour ce faire, la prostate et ses attaches à la base de la vessie, y compris les vésicules séminales, doivent être enlevées en bloc. Des parties des plexus hypogastriques inférieurs de cette région donnent naissance aux nerfs qui innervent les tissus érectiles du pénis. Une impuissance peut survenir si ces nerfs ne peuvent être, ou ne sont pas, préservés durant l'exérèse de la prostate. Pour les mêmes raisons, les femmes peuvent souffrir de dysfonctionnement sexuel si les nerfs similaires sont lésés durant la chirurgie pelvienne, par exemple durant une hystérectomie totale.

En clinique

Prostatectomie robot-assistée

Il s'agit d'une voie nouvelle et innovante de réalisation d'une prostatectomie radicale chez des patients porteurs d'un cancer prostatique. Le patient est placé sur une table d'opération proche de ce qu'on nomme une unité malade comprenant une caméra à haute résolution et trois bras d'instruments microchirurgicaux. Le chirurgien dirige le robot à partir d'une console numérisée et observe le champ opératoire sur un moniteur donnant des images 3D agrandies. L'opérateur fait habituellement un certain nombre d'incisions de 1 à 2 cm de large par lesquelles la caméra et les instruments chirurgicaux sont introduits dans le pelvis. Les mouvements de la main du chirurgien sont analysés et traduits par le robot en mouvements fins et précis des micro-outils. Cela accroît nettement la précision de l'exérèse prostatique, réduit le risque de traumatisme nerveux et l'éventualité de dysfonction postchirurgicale de l'érection.

Vaisseaux sanguins

Artères

La principale artère du pelvis et du périnée est l'artère iliaque interne de chaque côté (fig. 5.64). En plus de fournir l'irrigation sanguine à la plupart des viscères pelviens, des parois et du plancher pelviens, ainsi que des structures du périnée, incluant les tissus érectiles du clitoris et du pénis, cette artère donne naissance à des branches qui suivent les nerfs dans la région glutéale du membre inférieur. D'autres vaisseaux naissent dans l'abdomen et contribuent à l'irrigation de structures pelviennes : l'artère sacrale médiane et, chez la femme, les artères ovariques.

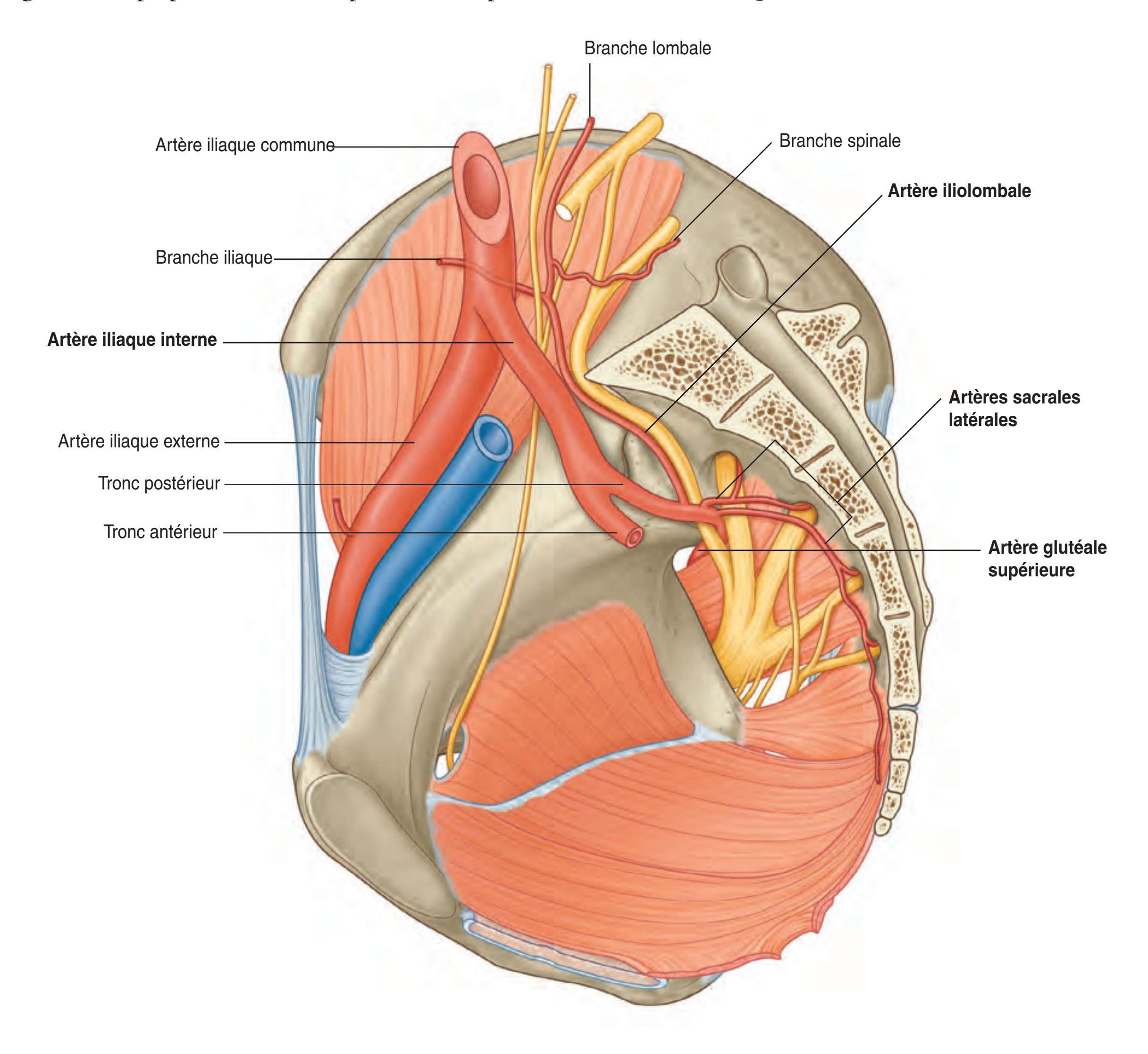


Figure 5.64 Branches du tronc postérieur de l'artère iliaque interne.



Artère iliaque interne

L'artère iliaque interne naît de l'artère iliaque commune de chaque côté, approximativement au niveau du disque intervertébral LV et SI ; elle est antéromédiale à l'articulation sacro-iliaque (fig. 5.64). Le vaisseau se dirige vers le bas en franchissant l'ouverture supérieure du pelvis, puis se divise en troncs antérieur et postérieur au niveau du bord supérieur du grand foramen ischiatique. Les branches du tronc postérieur contribuent à l'irrigation de la partie inférieure de la paroi abdominale postérieure, de la paroi pelvienne postérieure et de la région glutéale. Les branches du tronc antérieur irriguent les viscères pelviens, le périnée, la région glutéale, la région des adducteurs de la cuisse et, chez le fœtus, le placenta.

Tronc postérieur

Les branches du tronc postérieur de l'artère iliaque interne sont l'artère iliolombale, l'artère sacrale latérale et l'artère glutéale supérieure (fig. 5.64).

- L'**artère iliolombale** monte latéralement en arrière au-delà de l'ouverture supérieure du pelvis et se divise en une branche lombale et une branche iliaque. La branche lombale contribue à l'irrigation de la paroi abdominale postérieure, des muscles psoas, du carré des lombes et de la queue de cheval (cauda equina) ; elle envoie une petite branche spinale qui traverse le foramen intervertébral entre LV et SI. La branche iliaque se dirige latéralement dans la fosse iliaque pour irriguer muscle et os.
- Les **artères sacrales latérales**, habituellement au nombre de deux, naissent de la division postérieure de l'artère iliaque interne, et se dirigent médialement et en bas le long de la paroi pelvienne postérieure. Elles donnent des branches qui entrent dans les foramens sacraux antérieurs pour irriguer l'os et les tissus mous voisins, les éléments du canal vertébral (sacral), et la peau et le muscle postérieur au sacrum.
- L'**artère glutéale supérieure** est la plus grosse branche de l'artère iliaque interne et est le prolongement terminal du tronc postérieur. Elle se dirige en arrière, passant habituellement entre le tronc lombosacral et la branche antérieure de S1, pour quitter la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique au-dessus du muscle piriforme et entrer dans la région glutéale du membre inférieur. Ce vaisseau apporte une contribution substantielle à l'irrigation des muscles et de la peau de la région glutéale ; il envoie aussi des branches aux muscles et os voisins des parois pelviennes.

Tronc antérieur

Les branches du tronc antérieur de l'artère iliaque interne sont l'artère vésicale supérieure, l'artère ombilicale, l'artère vésicale inférieure, l'artère rectale moyenne, l'artère utérine, l'artère vaginale, l'artère obturatrice, l'artère pudendale interne et l'artère glutéale inférieure (fig. 5.65).

La première branche du tronc antérieur est l'**artère ombilicale**, qui donne naissance à l'artère vésicale supérieure, puis chemine en avant juste au-dessous du rebord de l'ouverture supérieure du pelvis. En avant, le vaisseau quitte la cavité pelvienne et monte sur la face interne de la paroi abdominale antérieure pour atteindre l'ombilic. Chez le fœtus, l'artère ombilicale est volumineuse et transporte le sang du fœtus au placenta. Après la naissance, le vaisseau est obstrué dans sa partie distale à partir de l'origine de l'artère vésicale supérieure et devient au final un solide cordon fibreux. Sur la paroi abdominale antérieure, le cordon soulève un pli de péritoine appelé le **pli ombilical médial**. Le résidu fibreux de l'artère ombilicale elle-même est le **ligament ombilical médial**.

L'**artère vésicale supérieure** naît normalement de la racine de l'artère ombilicale, et se dirige médialement et en bas pour irriguer la face supérieure de la vessie et les parties distales de l'uretère. Chez l'homme, elle peut aussi donner une artère qui vascularise le conduit déférent.

L'**artère vésicale inférieure** se trouve chez l'homme et donne des branches pour la vessie, l'uretère, la vésicule séminale et la prostate. L'**artère vaginale** chez la femme est l'équivalent de l'artère vésicale inférieure de l'homme ; en descendant vers le vagin, elle donne des branches au vagin et aux parties voisines de la vessie et du rectum. L'artère vaginale et l'artère utérine peuvent naître ensemble en tant que branche commune du tronc antérieur, ou bien l'artère vaginale naît séparément.

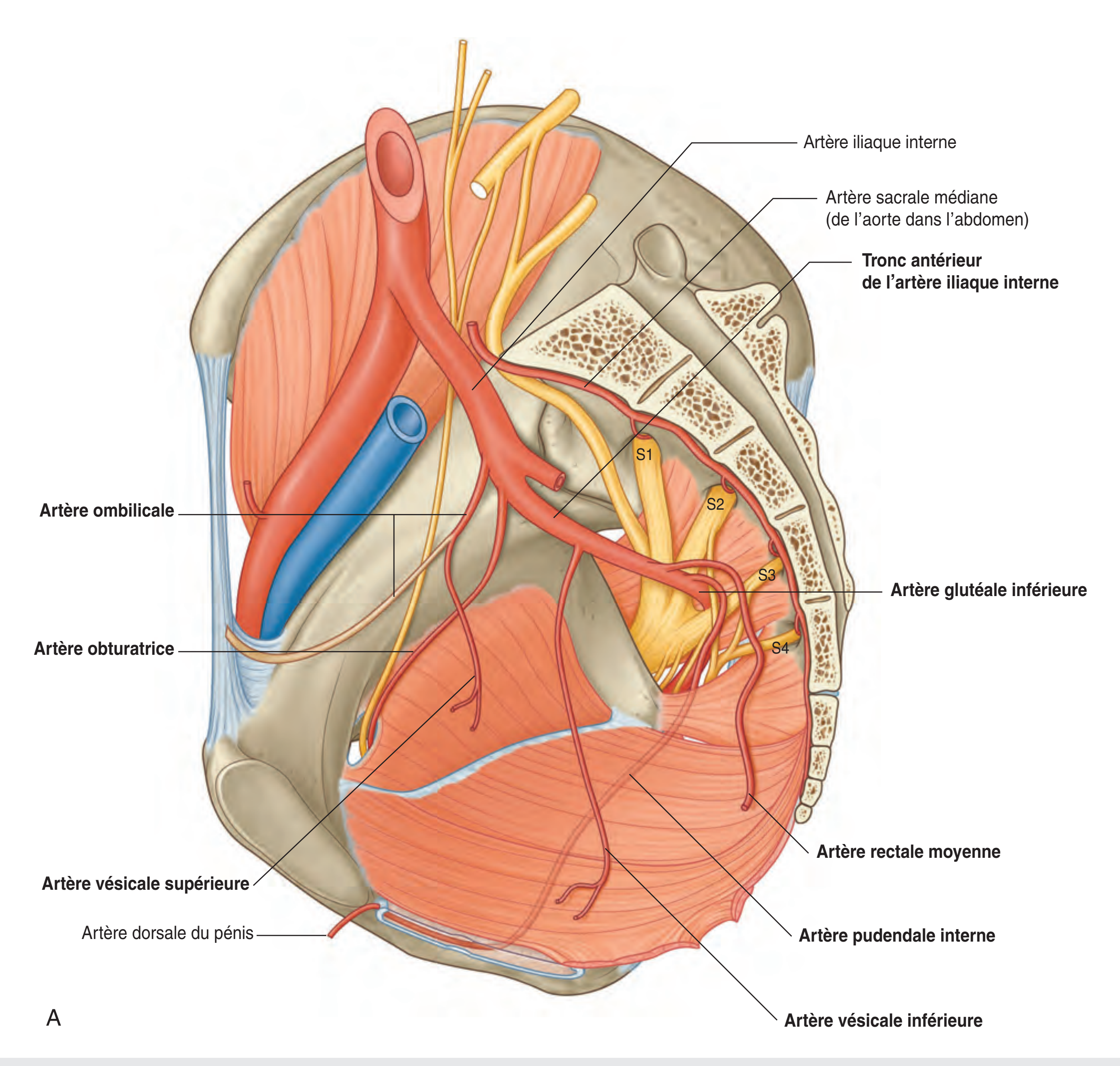


Figure 5.65 Branches du tronc antérieur de l'artère iliaque interne. **A.** Chez l'homme.

L'**artère rectale moyenne** se dirige médialement pour irriguer le rectum. Le vaisseau s'anastomose avec l'artère rectale supérieure, qui naît de l'artère mésentérique inférieure dans l'abdomen, et avec l'artère rectale inférieure, qui naît de l'artère pudendale interne dans le périnée.

L'**artère obturatrice** se dirige en avant le long de la paroi pelvienne et quitte la cavité pelvienne par le canal obturateur. Avec le nerf obturateur, au-dessus, et la veine obturatrice, au-dessous, elle entre dans la région des adducteurs de la cuisse et l'irrigue.

L'**artère pudendale interne** se dirige vers le bas depuis son origine du tronc antérieur et quitte la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique au-dessous du muscle piriforme. En association avec le nerf pudendal sur son côté médial, le vaisseau passe latéralement à l'épine ischiatique puis par le petit foramen ischiatique pour entrer dans le périnée. L'artère pudendale interne est la principale artère du périnée. Parmi les structures qu'elle irrigue, se trouvent les tissus érectiles du clitoris et du pénis.

Figure 5.65 Suite. B. Chez la femme.

L'**artère glutéale inférieure** est une grosse branche terminale du tronc antérieur de l'artère iliaque interne. Elle passe entre les branches antérieures de S1 et S2 ou de S2 et S3 du plexus sacral, et quitte la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique au-dessous du muscle piriforme. Elle entre dans la région glutéale et contribue à son irrigation ; elle s'anastomose avec un réseau de vaisseaux autour de l'articulation de la hanche.

L'**artère utérine**, chez la femme, se dirige médialement et vers l'avant dans la base du ligament large pour atteindre le col (fig. 5.65B et fig. 5.66). Au cours de son trajet, le vaisseau croise l'uretère et passe au-dessus du fornix vaginal latéral. Dès que le vaisseau atteint le col, il monte le long du bord latéral de l'utérus pour atteindre la trompe utérine, où il se recourbe latéralement et s'anastomose avec l'artère ovarique. L'artère utérine est le principal apport sanguin de l'utérus et grossit significativement durant la grossesse. Par ses anastomoses avec d'autres artères, ce vaisseau contribue à l'irrigation de l'ovaire aussi bien que du vagin.

Artères ovariques

Chez la femme, les vaisseaux génitaux (ovariques) naissent de l'aorte abdominale puis descendent pour croiser l'ouverture supérieure du pelvis et irriguer les ovaires. Ils s'anastomosent avec les parties terminales des artères utérines (fig. 5.66). De chaque côté, les vaisseaux cheminent dans le **ligament suspenseur de l'ovaire** (le **ligament infundibulo-ovarique**) lorsqu'ils croisent l'ouverture supérieure du pelvis vers l'ovaire. Des branches passent par le mésovarium pour gagner l'ovaire, et dans le ligament large pour s'anastomoser avec l'artère utérine. Les artères ovariques grossissent significativement durant la grossesse pour accroître l'irrigation utérine.

Artère sacrale médiane

L'artère sacrale médiane (fig. 5.65A et fig. 5.66) naît de la face postérieure de l'aorte juste au-dessus de la bifurcation aortique au niveau de la vertèbre LIV dans l'abdomen. Elle descend sur la ligne médiane, croise l'ouverture supérieure du pelvis, et poursuit alors son trajet le long de la face antérieure du sacrum et du coccyx. Elle donne la dernière paire d'artères lombales et des branches qui s'anastomosent avec les artères iliolombale et sacrale latérale.

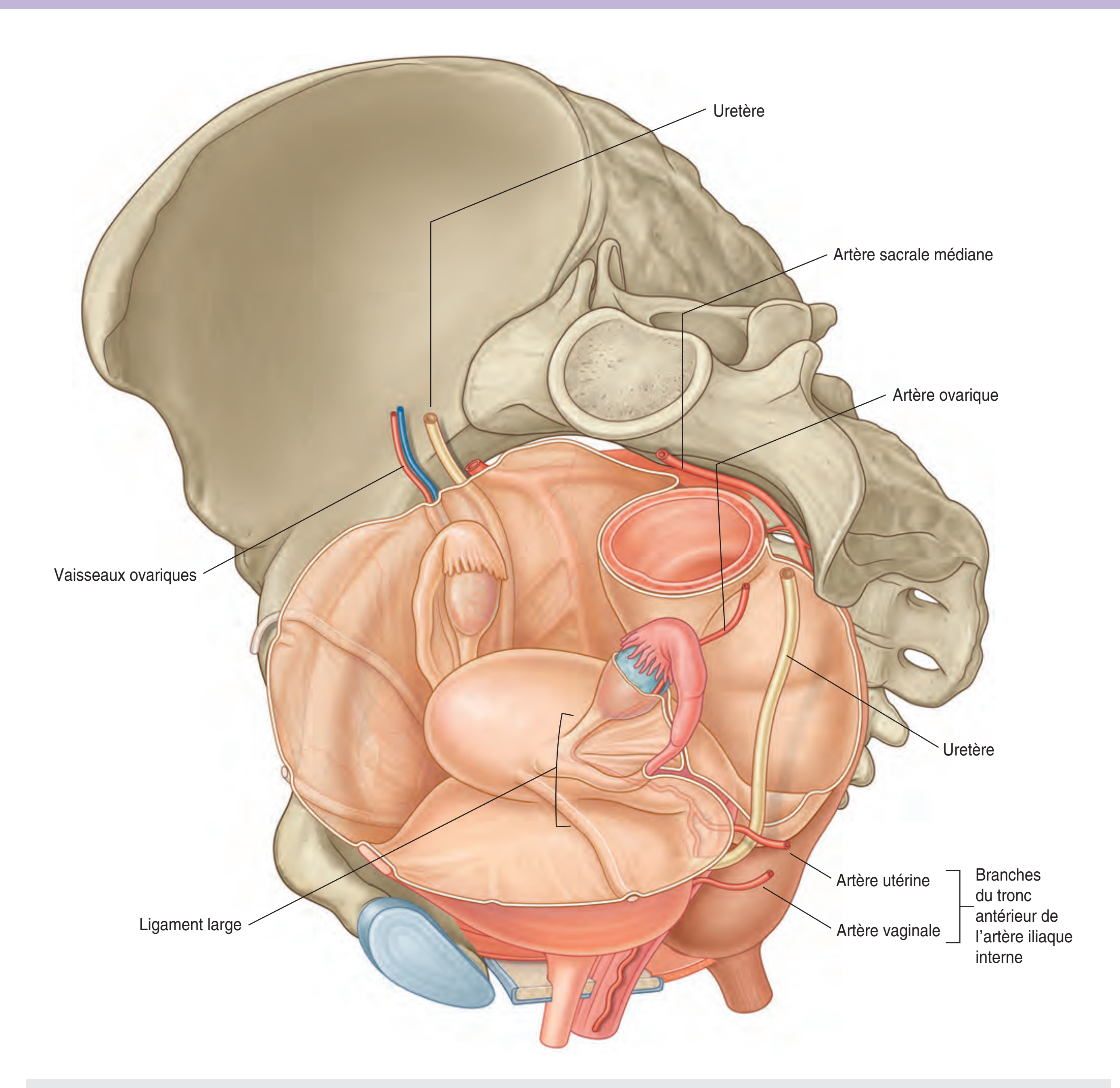


Figure 5.66 Artères utérine et vaginale.

Veines

Les veines pelviennes suivent le trajet de toutes les branches de l'artère iliaque interne excepté pour l'artère ombilicale et l'artère iliolombale (fig. 5.67A). De chaque côté, les veines se drainent dans les veines iliaques internes, qui quittent la cavité pelvienne pour rejoindre les veines iliaques communes situées juste au-dessus et latérales à l'ouverture supérieure du pelvis.

Dans la cavité pelvienne, des plexus veineux étendus et interconnectés sont en rapport avec les faces des viscères (vessie, rectum, prostate, utérus et vagin). Ensemble, ces plexus forment le **plexus veineux pelvien**. La partie du plexus veineux entourant le rectum et le canal anal se draine via les veines rectales supérieures (tributaires des veines mésentériques inférieures) dans le système porte hépatique, et via les veines rectales moyennes et inférieures dans le système cave. Ce plexus pelvien est un important shunt porto-cave lorsque le système porte hépatique est bloqué (fig. 5.67B).

La partie inférieure du plexus rectal entourant le canal anal a deux parties, une interne et une externe. Le plexus rectal interne est dans un tissu conjonctif entre le sphincter anal interne et l'épithélium tapissant le canal. Ce plexus se connecte en haut avec des branches de la veine rectale

Figure 5.67 Veines pelviennes. **A.** Chez un homme avec ablation du côté gauche du pelvis et d'une grande partie des viscères. **B.** Veines en rapport avec le rectum et le canal anal.

supérieure disposées longitudinalement et qui sont situées une à une dans chaque colonne anale. Quand elles grossissent, ces branches forment des varices ou des hémorroïdes internes, qui siègent au-dessus de la ligne pectinée et sont recouvertes par une muqueuse colique. Le plexus rectal externe encercle le sphincter anal externe et est sous-cutané. De la dilatation des vaisseaux du plexus rectal externe résultent les hémorroïdes externes.

L'unique **veine dorsale profonde** qui draine les tissus érectiles du clitoris et du pénis ne suit pas les branches de l'artère pudendale interne dans la cavité pelvienne. À la place, cette veine passe directement dans la cavité pelvienne par une brèche formée entre le ligament arqué du pubis et le bord antérieur de la membrane du périnée. La veine rejoint le plexus veineux prostatique chez l'homme et le plexus veineux vésical (vessie) chez la femme. (Les veines superficielles qui drainent la peau du pénis et des régions correspondantes du clitoris se drainent dans les veines pudendales externes, qui sont tributaires de la grande veine saphène de la cuisse.)

En plus des affluents de la veine iliaque interne, les veines sacrales médianes et les veines ovariques accompagnent l'artère sacrale médiane et l'artère ovarique dans leurs trajets respectifs, puis quittent la cavité pelvienne pour rejoindre les veines de l'abdomen :

- les **veines sacrales médianes** s'unissent en une veine unique qui rejoint soit la veine iliaque commune gauche, soit la jonction des deux veines iliaques communes pour former la veine cave inférieure ;
- les **veines ovariques** suivent le trajet des artères correspondantes ; à gauche, elles se jettent dans la veine rénale gauche, et à droite dans la veine cave inférieure dans l'abdomen.

Lymphatiques

Les lymphatiques de la plupart des viscères pelviens se drainent principalement dans des nœuds lymphatiques répartis le long des artères iliaque interne et iliaque externe, et de leurs branches en rapport avec ces viscères (fig. 5.68) ; ceux-ci se drainent dans des nœuds en rapport avec les artères iliaques communes puis dans des nœuds latéro-aortiques ou lombaux en rapport avec les faces latérales de l'aorte abdominale. Ensuite, ces nœuds latéro-aortiques se drainent dans les troncs lombaux, qui vont jusqu'à l'origine du conduit thoracique, approximativement au niveau vertébral T12.

Les lymphatiques des ovaires et des parties voisines de l'utérus et des trompes utérines quittent la cavité pelvienne vers

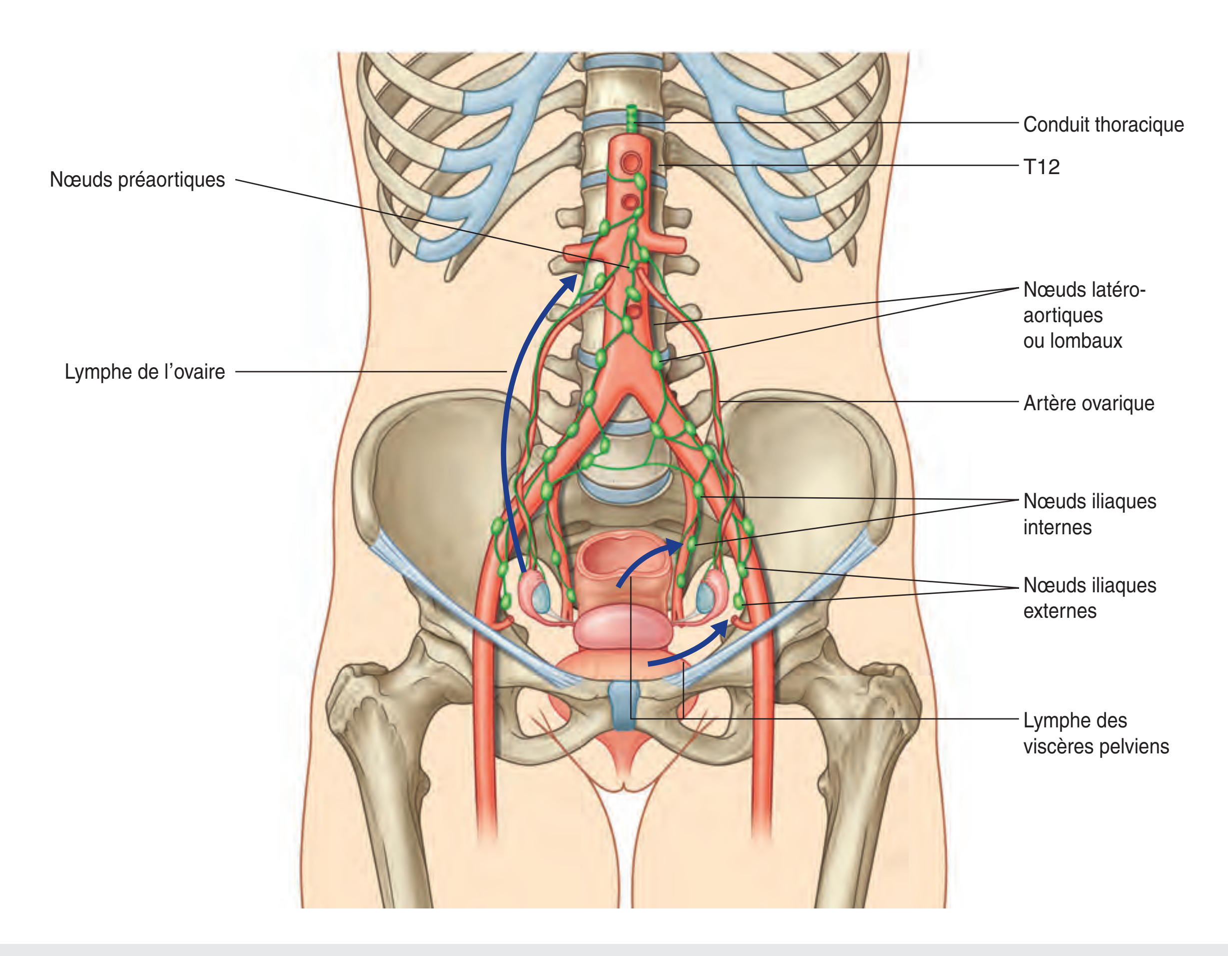


Figure 5.68 Lymphatiques pelviens.



le haut. Ils se drainent, via des vaisseaux qui accompagnent les artères ovariques, directement dans les nœuds latéro-aortiques ou lombaux et, pour quelques-uns, dans les nœuds préaortiques sur la face antérieure de l'aorte.

En plus du drainage des viscères pelviens, les nœuds situés le long de l'artère iliaque interne reçoivent aussi le drainage de la région glutéale du membre inférieur et de zones profondes du périnée.

PÉRINÉE

Le périnée est une région en forme de losange située au-dessous du plancher pelvien entre les cuisses. Sa limite périphérique est l'ouverture inférieure du pelvis ; son plafond est le diaphragme pelvien (les muscles élévateur de l'anus et coccygien). Ses étroites parois latérales sont formées par les parois de la cavité pelvienne au-dessous des insertions du muscle élévateur de l'anus (fig. 5.69A).

Le périnée est divisé en un triangle antérieur urogénital et un triangle postérieur anal :

- le triangle urogénital est en rapport avec les orifices de l'appareil urinaire et de l'appareil de la reproduction, et a pour rôle de fixer les organes génitaux externes ;
- le triangle anal contient l'anus et le sphincter anal externe.

Le nerf pudendal (S2 à S4) et l'artère pudendale interne sont les principaux nerf et artère de la région.

Bords et plafond

La limite du périnée est marquée par le bord inférieur de la symphyse pubienne à son angle antérieur, par le sommet du coccyx à son angle postérieur, et par les tubérosités ischiatiques à chacun des angles latéraux (fig. 5.69A). Les limites latérales sont formées par les branches ischiopubiennes en avant et par les ligaments sacrotubéraux en arrière. La symphyse pubienne, les tubérosités ischiatiques et le coccyx peuvent être palpés chez le patient.

Le périnée est divisé en deux triangles par une ligne virtuelle entre les deux tubérosités ischiatiques (fig. 5.69A). Le triangle urogénital est antérieur à cette ligne et le triangle anal est postérieur à cette ligne. De façon significative, les deux triangles ne sont pas dans le même plan. En position anatomique, le triangle urogénital est orienté dans le plan horizontal, alors que le triangle anal est attiré vers le haut au niveau de la ligne transtuberculaire, de telle sorte qu'il regarde plus postérieurement.

Le toit du périnée est principalement formé par les muscles élévateurs de l'anus qui séparent la cavité pelvienne au-dessus, du périnée, au-dessous. Ces muscles, un de chaque côté, constituent un diaphragme pelvien en forme de cône ou d'entonnoir, avec l'orifice anal à son sommet inférieur dans le triangle anal.

En avant, dans le **triangle urogénital**, une brèche musculaire en forme de U (le **hiatus urogénital**) autorise le passage de l'urètre et du vagin.

Membrane du périnée et espace profond du périnée

La membrane du périnée est une épaisse couche fibreuse qui comble le triangle urogénital (fig. 5.69B). Elle a un bord postérieur libre, qui est fixé sur la ligne médiane au centre tendineux du périnée et est attaché latéralement à l'arcade pubienne. Immédiatement au-dessus de la membrane du périnée se trouve une mince région appelée l'espace profond du périnée, contenant une couche de muscle squelettique et des éléments neurovasculaires. Parmi les muscles squelettiques de cet espace (voir fig. 5.37) se trouve le sphincter externe urétral.

La membrane du périnée et l'espace profond du périnée fournissent un support pour les organes génitaux externes, qui s'attachent à leurs faces inférieures. Les parties de la membrane du périnée et de l'espace profond du périnée inférieures au hiatus urogénital de l'élévateur de l'anus fournissent aussi un support pour les viscères pelviens situés au-dessus.

L'urètre quitte la cavité pelvienne et entre dans le périnée en traversant l'espace profond du périnée et la membrane du périnée. Chez la femme, le vagin traverse aussi ces structures en arrière de l'urètre.

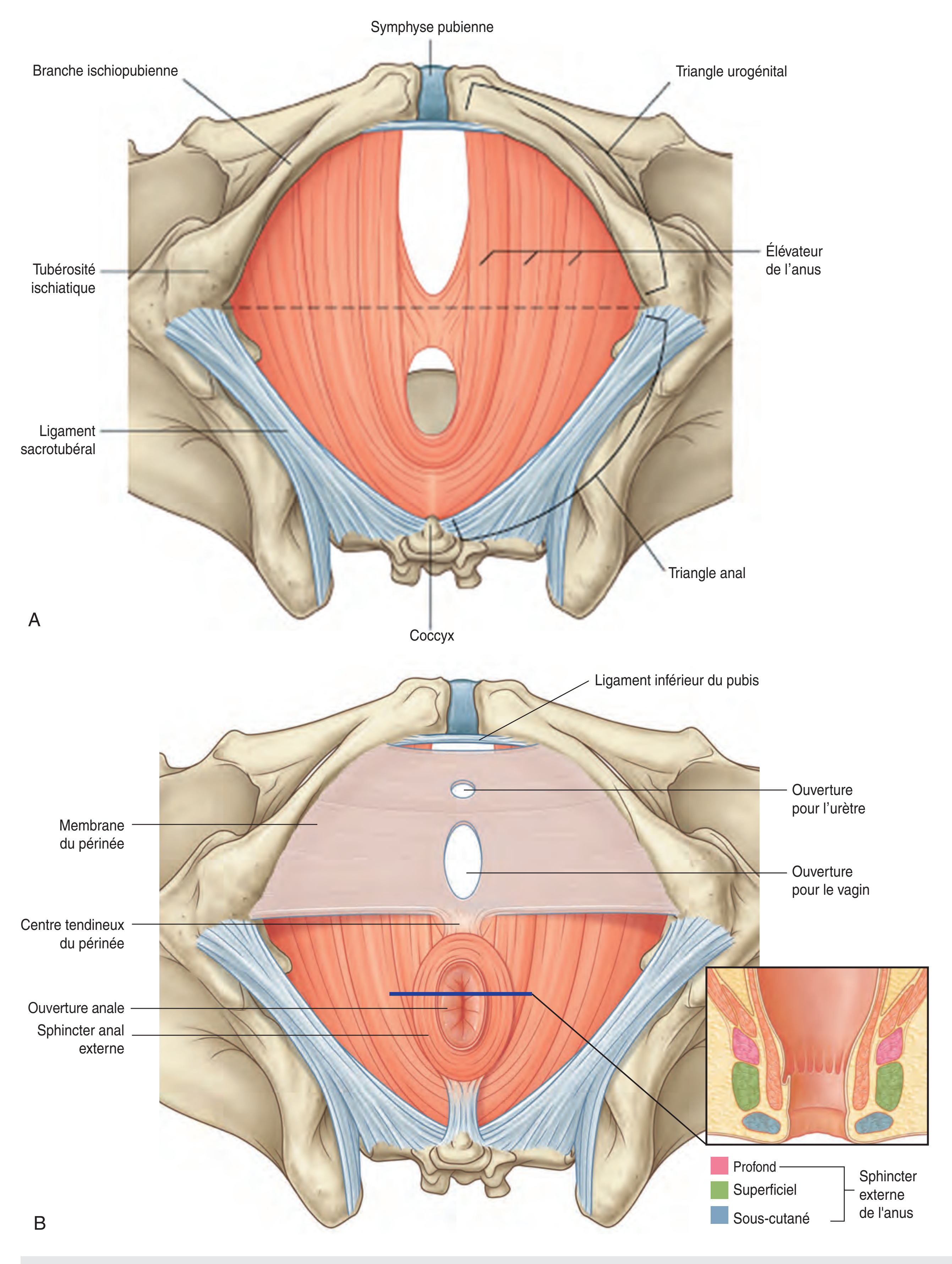


Figure 5.69 Limites et plafond du périnée. **A.** Limites du périnée. **B.** Membrane du périnée.



Les fosses ischioanales et leurs récessus antérieurs

Les muscles élévateurs de l'anus se dirigeant médialement depuis leur origine haute sur les parois pelviennes latérales jusqu'à l'orifice anal et au hiatus urogénital bas situés, des gouttières en forme de coin renversé sont formées entre les muscles élévateurs de l'anus et les parois pelviennes voisines lorsque les deux structures divergent vers le bas (fig. 5.70). Dans le triangle anal, ces gouttières, une de chaque côté de l'orifice anal, sont appelées **fosses ischioanales**. La paroi latérale de chaque fosse est principalement formée par l'ischium, le muscle obturateur interne et le ligament sacrotubéral. La paroi médiale est le muscle élévateur de l'anus. Les parois médiale et latérales convergent vers le haut, là où le muscle élévateur de l'anus s'attache au fascia recouvrant le muscle obturateur interne. Les fosses ischioanales permettent le déplacement du diaphragme pelvien et l'expansion du canal anal durant la défécation.

Les fosses ischioanales du triangle anal se continuent en avant par des récessus qui s'avancent dans le triangle urogénital au-dessus de l'espace profond du périnée. Ces récessus antérieurs des fosses ischioanales sont en forme de pyramides à trois côtés qui ont été attirées par l'un de leurs côtés (fig. 5.70C). Le sommet de chaque pyramide est fermé et pointe en avant vers le pubis. La base est ouverte et est en continuité en arrière avec la fosse ischioanale homolatérale. La paroi inférieure de chaque pyramide est l'espace profond du périnée. La paroi supéromédiale est le muscle élévateur de l'anus, et la paroi supérolatérale est principalement formée par le muscle obturateur interne. Les fosses ischioanales et leurs récessus antérieurs sont normalement emplis de graisse.

En clinique

Abcès des fosses ischioanales

La muqueuse anale est particulièrement vulnérable au traumatisme et peut être aisément blessée par des selles dures. Parfois, des patients développent une inflammation et une infection (sinus et cryptes). Cette infection peut diffuser entre les sphincters créant des fistules intersphinctériennes. L'infection peut s'étendre vers le haut dans la cavité pelvienne ou latéralement dans les fosses ischio-anales.

Triangle anal

Le triangle anal du périnée regarde en arrière et en bas et est délimité latéralement par les bords médiaux des ligaments sacrotubéraux, antérieurement par une ligne horizontale entre les deux tubérosités ischiatiques, et postérieurement par le coccyx. Le plafond du triangle anal est le diaphragme pelvien, qui est formé par les muscles élévateurs de l'anus et coccygiens. L'ouverture anale se trouve au centre du triangle anal et est en rapport de chaque côté avec une fosse ischioanale. Le principal muscle du triangle est le sphincter anal externe.

Le **sphincter anal externe**, qui entoure le canal anal, est formé par du muscle squelettique et comporte trois portions – profonde, superficielle et sous-cutanée – disposées séquentiellement le long du canal de haut en bas (fig. 5.69B, tableau 5.5). La partie profonde est un muscle épais en anneau qui encercle la partie supérieure du canal anal et se mélange avec des fibres du muscle élévateur de l'anus. La partie superficielle entoure aussi le canal anal, mais est amarrée antérieurement au centre tendineux du périnée, et postérieurement au coccyx et au ligament anococcygien. La partie sous-cutanée est un disque aplati horizontalement qui entoure l'orifice anal juste sous la peau. Le sphincter anal externe est innervé par des rameaux rectaux inférieurs du nerf pudendal et par des rameaux directement issus des divisions antérieures de S4.

En clinique

Hémorroïdes

Une hémorroïde est un engorgement de plexus veineux au niveau du ou dans le sphincter anal. C'est une plainte fréquente et sa prévalence est d'environ 4 % aux États-Unis. Les hémorroïdes relèvent d'une légère prédisposition génétique ; cependant, les efforts de poussée accompagnant le péristaltisme colique, l'obésité et la vie sédentaire peuvent aussi favoriser les hémorroïdes. Les symptômes comportent irritation, douleur et gonflement local. Les hémorroïdes se produisant à la limite anale (limite distale du canal anal) sont appelées hémorroïdes externes. Les hémorroïdes internes sont dans le rectum et ont tendance à saigner. Les hémorroïdes prolabées sont des hémorroïdes internes qui sortent par le canal anal et forment des grappes qui peuvent se thromboser et devenir douloureuses.

Il y a de nombreux traitements des hémorroïdes qui incluent la ligature au-dessus de la ligne pectinée (dentée) avec des ligatures élastiques ou l'excision chirurgicale. La chirurgie de cette région n'est pas exempte de complications et un soin particulier doit être pris pour préserver le sphincter interne.

Tout praticien doit avoir à l'esprit que le saignement rectal ou d'autres symptômes peuvent ne pas être dus aux hémorroïdes. Ainsi, exclure une tumeur du côlon est aussi important que traiter des hémorroïdes.

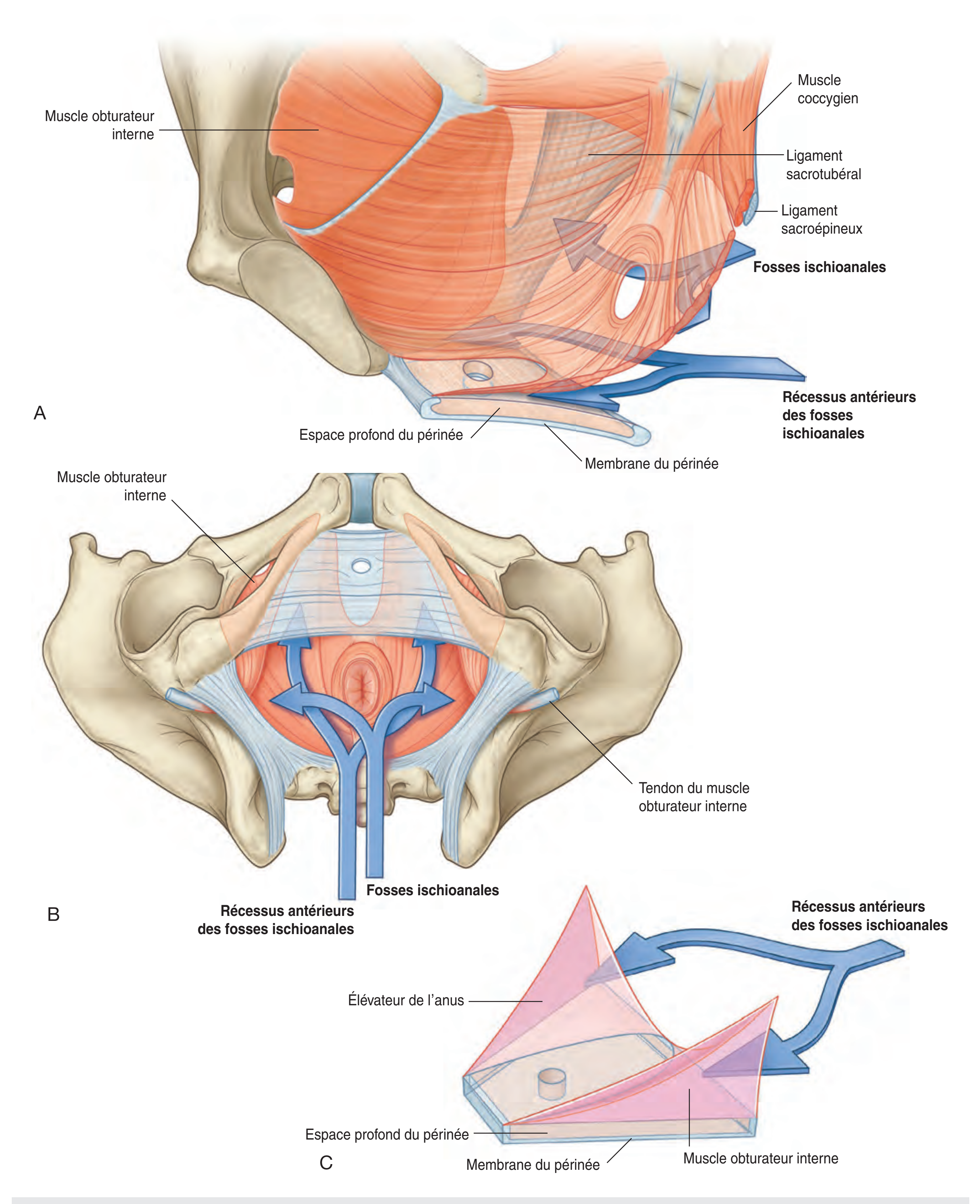


Figure 5.70 Les fosses ischioanales et leurs récessus antérieurs. **A.** Vue antérolatérale avec ablation de la paroi pelvienne gauche. **B.** Vue inférieure. **C.** Vue antérolatérale avec ablation des parois pelviennes et du diaphragme.



Tableau 5.5 Muscles du triangle anal.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
SPHINCTER ANAL EXTERNE				Ferme le canal anal
Partie profonde	Entoure la partie supérieure du canal anal		Nerf pudendal (S2 et S3) et des rameaux de S4	
Partie superficielle	Entoure la partie inférieure du canal anal	Amarrée au centre tendineux du périnée et ligament anococcygien		
Partie sous-cutanée	Entoure l'orifice anal			

Triangle urogénital

Le triangle urogénital du périnée est la moitié antérieure du périnée et est orienté dans un plan horizontal. Il contient les racines des organes génitaux externes (fig. 5.71) et les orifices de l'appareil urogénital.

Le triangle urogénital est délimité :

- latéralement par les branches ischiopubiennes ;
- postérieurement par une ligne virtuelle entre les tubérosités ischiatiques ;
- antérieurement par le bord inférieur de la symphyse pubienne.

Comme pour le triangle anal, le toit ou plafond du triangle urogénital est le muscle élévateur de l'anus.

À la différence du triangle anal, le triangle urogénital contient une forte plateforme de soutien fibromusculaire, la membrane du périnée et l'espace profond du périnée, qui est attachée à l'arcade pubienne.

Les prolongements antérieurs des fosses ischioanales se trouvent de chaque côté entre l'espace profond du périnée et le muscle élévateur de l'anus.

Entre la membrane du périnée et la couche membraneuse du fascia superficiel se trouve l'**espace superficiel du périnée**. Les principales structures de cet espace sont les tissus érectiles du pénis et du clitoris, et les muscles squelettiques qui y sont associés.

Structures de l'espace superficiel du périnée

L'espace superficiel du périnée contient :

- les structures érectiles qui se réunissent pour former le pénis chez l'homme et le clitoris chez la femme ;
- les muscles squelettiques qui sont essentiellement associés avec les parties des structures érectiles attachées à la membrane du périnée et à l'os voisin.

Chaque structure érectile comporte un noyau central de tissu vasculaire expansible et sa capsule fibreuse conjonctive qui l'entoure.

Organes et tissus érectiles

Deux séries de structures érectiles s'unissent pour former le pénis et le clitoris.

Une paire de **corps caverneux** de forme cylindrique, un de chaque côté du triangle urogénital, est fixée par ses extrémités proximales à l'arcade pubienne. Ces attaches sont souvent appelées les **piliers** du clitoris ou du pénis. Les extrémités distales des corps, qui ne sont pas attachées à l'os, forment le corps du clitoris chez la femme, et les parties dorsales du corps du pénis chez l'homme.

La seconde série de tissus érectiles entoure les orifices de l'appareil urogénital.

- Chez la femme, une paire de structures érectiles appelées les **bulbes du vestibule**, un de chaque côté, est située au niveau de l'ouverture vaginale. Les bulbes sont fermement fixés à la membrane du périnée (fig. 5.71A). De petites bandes de tissu érectile réunissent les extrémités antérieures de ces bulbes à une petite masse érectile, unique, de la forme d'un pois, le **gland du clitoris** ; il est situé sur la ligne médiane à l'extrémité du clitoris et antérieur à l'orifice de l'urètre.
- Chez l'homme, une grosse et unique masse érectile, le **corps spongieux**, est la structure équivalente des bulbes du vestibule, du gland du clitoris et des bandes de tissu érectile de connexion de la femme (fig. 5.71B). Le corps spongieux est fixé par sa base à la membrane du périnée. Son extrémité proximale, qui n'est pas fixée, forme la partie ventrale du corps du pénis, et s'étend sur le dessus de la terminaison du corps du pénis pour former le gland du pénis. Cet aspect résulte chez l'homme de l'absence d'ouverture vaginale et de la fusion des structures sur la ligne médiane durant le développement embryologique. En se soudant, les structures érectiles, à l'origine paires, enferment l'ouverture urétrale et forment un nouveau canal qui, finalement, devient l'essentiel de la partie pénienne de l'urètre. Comme conséquence de cette fusion et de cette croissance, chez l'homme, l'urètre est entouré par le corps spongieux et s'ouvre à l'extrémité du pénis. (Cette situation est à l'opposé de celle de la

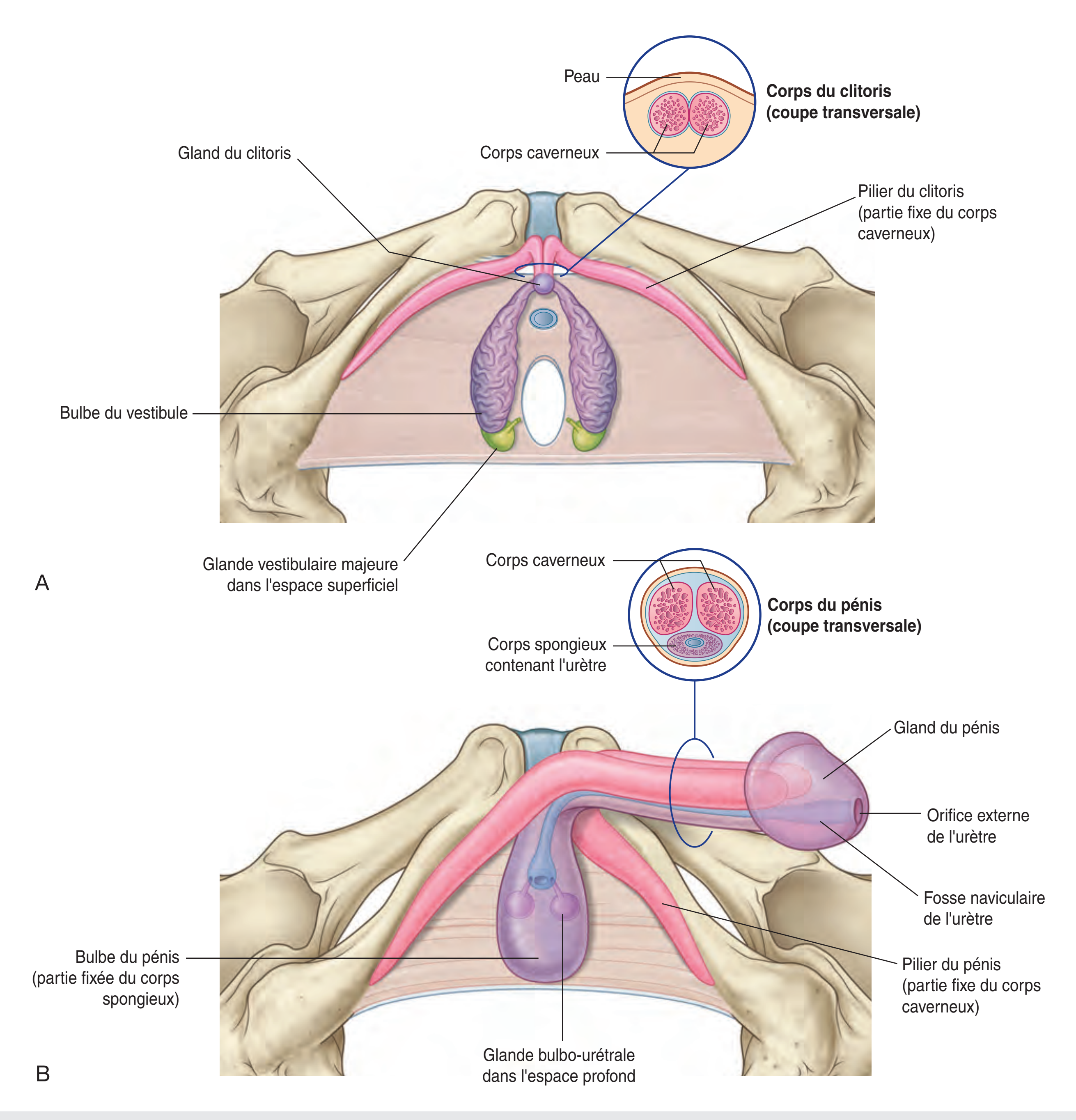


Figure 5.71 Tissus érectiles du clitoris et du pénis. **A.** Clitoris. **B.** Pénis.

femme, chez laquelle l'urètre n'est pas enfermé dans le tissu érectile du clitoris et s'ouvre directement dans le vestibule du périnée.)

Clitoris

Le clitoris est composé des deux corps caverneux et du **gland du clitoris** (fig. 5.71A). Comme le pénis, il a une partie fixe (la racine) et une partie libre (le corps) :

- à la différence de la racine du pénis, la **racine du clitoris** consiste seulement en deux piliers (bien que les bulbes du vestibule soient attachés au gland du clitoris par de fines bandes de tissu érectile, ils ne sont pas inclus dans la partie fixe du clitoris) ;
- le **corps du clitoris**, qui est seulement formé par les parties non attachées des deux corps caverneux, présente une angulation postérieure, et est inclus dans le tissu fibreux du périnée.

Le corps du clitoris est soutenu par un ligament suspenseur qui s'attache en haut à la symphyse pubienne. Le gland du clitoris est relié à l'extrémité distale du corps et est connecté aux bulbes du vestibule par de petites bandes de tissu érectile. Le gland du clitoris est visible au niveau du périnée, et le corps du clitoris peut être palpé à travers la peau.

Pénis

Le pénis est principalement composé des deux corps caverneux et du seul corps spongieux, qui contient l'urètre (fig. 5.71B). Comme le clitoris, il comporte une partie fixe (racine) et une partie libre (corps) :

- la **racine du pénis** consiste en deux piliers, qui sont les parties proximales des corps caverneux fixées à l'arcade pubienne, et le **bulbe du pénis**, qui est la partie proximale du corps spongieux attachée à la membrane du périnée ;
- le **corps du pénis**, qui est entièrement recouvert par la peau, est formé par l'accolement des deux parties proximales libres des corps caverneux et par la partie libre associée du corps spongieux.

La base du corps du pénis est soutenue par deux ligaments : le **ligament suspenseur du pénis** (attaché en haut à la symphyse pubienne) et le **ligament fundiforme du pénis**, positionné plus superficiellement (attaché au-dessus à la ligne blanche de la paroi abdominale antérieure, et divisé en bas en deux bandes qui passent de chaque côté du pénis et s'unissent au-dessous).

Comme la position anatomique du pénis est l'érection, les corps caverneux pairs sont dits dorsaux sur le corps du pénis, et l'unique corps spongieux est dit ventral, même si les positions sont inverses avec un pénis en non-érection (flasque).

Le corps spongieux s'étend pour former la tête du pénis (**gland du pénis**) au-dessus de l'extrémité distale des corps caverneux (fig. 5.71B).

Érection

L'érection du pénis et du clitoris est un phénomène vasculaire provoqué par des fibres parasympathiques véhiculées dans les nerfs splanchniques des rameaux antérieurs de S2 à S4, qui entrent dans la partie hypogastrique inférieure des plexus prévertébraux et, finalement, traversent l'espace profond du périnée et la membrane du périnée pour innerver les tissus érectiles. La stimulation de ces nerfs entraîne la dilatation d'artères spécifiques des tissus érectiles. Cela permet au sang d'emplir ces tissus, entraînant l'érection du pénis et du clitoris.

Les artères irriguant le pénis et le clitoris sont des branches de l'artère pudendale interne. Les rameaux du nerf pudendal (S2 à S4) transportent les nerfs de la sensibilité générale du pénis et du clitoris.

Glandes vestibulaires majeures

Les glandes vestibulaires majeures (**glandes de Bartholin**) se trouvent chez la femme. Ce sont de petites glandes muqueuses en forme de petit pois qui se situent en arrière des bulbes vestibulaires, de chaque côté de l'ouverture vaginale. Ce sont les homologues féminins des glandes bulbo-urétrales de l'homme (fig. 5.71). Cependant, les glandes bulbo-urétrales sont localisées dans l'espace profond du périnée, alors que les glandes vestibulaires majeures sont dans l'espace superficiel du périnée.

Le canal de chacune des glandes vestibulaires majeures s'ouvre dans le vestibule du périnée le long du bord postérolatéral de l'ouverture vaginale.

De la même façon que les glandes bulbo-urétrales de l'homme, les glandes vestibulaires majeures sécrètent durant la stimulation sexuelle.

Muscles

L'espace superficiel du périnée contient trois paires de muscles : les muscles ischiocaverneux, bulbospongieux et transverse superficiel du périnée (fig. 5.72 et tableau 5.6). Deux de ces trois paires de muscles sont en rapport avec les racines du pénis et du clitoris ; l'autre paire est en rapport avec le centre tendineux du périnée.

Ischiocaverneux

Les deux **muscles ischiocaverneux** recouvrent les piliers du pénis et du clitoris (fig. 5.72). Chaque muscle est fixé au bord médial de la tubérosité ischiatique et à la partie voisine de la branche de l'ischium, puis se dirige en avant pour s'attacher aux côtés et à la face inférieure du pilier homolatéral, afin de propulser le sang du pilier vers le corps du pénis et du clitoris.

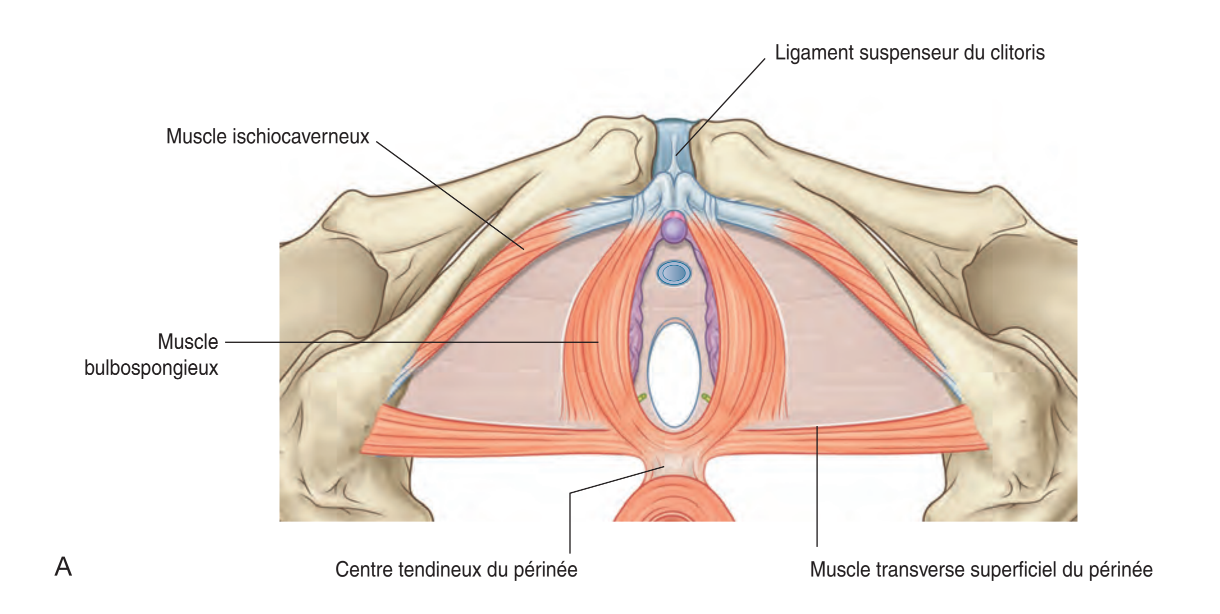
Bulbospongieux

Les deux **muscles bulbospongieux** sont principalement en rapport avec les bulbes du vestibule chez la femme, et avec les parties fixes du corps spongieux chez l'homme (fig. 5.72).

Chez la femme, chaque muscle bulbospongieux est fixé en arrière au centre tendineux du périnée, et se dirige en avant et latéralement sur la face inférieure de la glande vestibulaire majeure homolatérale et du bulbe du vestibule, pour s'insérer sur le bulbe et sur la membrane du périnée (fig. 5.72A). D'autres fibres se dirigent en avant et latéralement pour se mêler à des fibres du muscle ischiocaverneux, et d'autres encore cheminent vers l'avant pour former une arche au-dessus du corps du clitoris.

Chez l'homme, les muscles bulbospongieux se réunissent sur la ligne médiane en un raphé à la face inférieure du bulbe du pénis. Le raphé est fixé en arrière au centre tendineux du périnée. De chaque côté, à partir du raphé et du centre tendineux du périnée, des fibres musculaires se dirigent en avant et latéralement, pour recouvrir chaque face du bulbe pénien et se fixer à la membrane du périnée ainsi qu'au tissu fibreux du bulbe. D'autres s'étendent en avant et latéralement pour entrer en rapport avec les piliers et s'attacher en avant aux muscles ischiocaverneux.

Chez l'homme et chez la femme, les muscles bulbospongieux compriment les parties fixes des corps spongieux et des bulbes du vestibule en érection chassant le sang vers les régions plus distales surtout le gland. Chez l'homme, les muscles bulbospongieux ont deux autres fonctions :



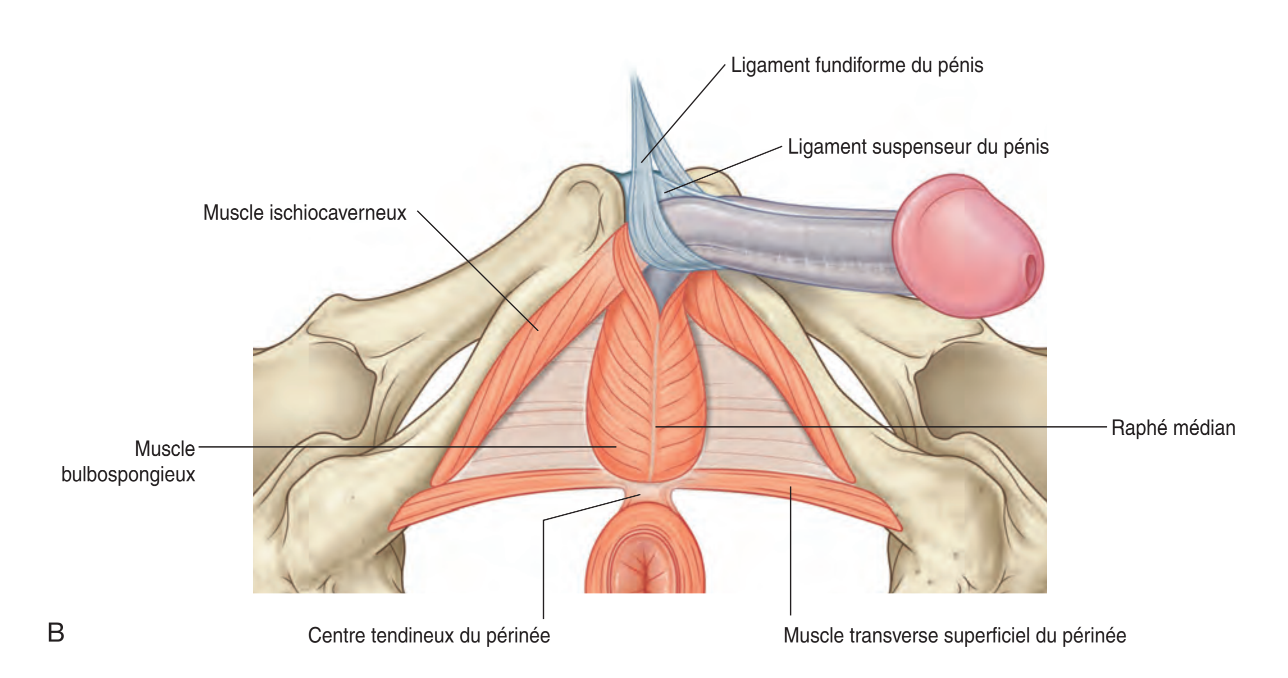


Figure 5.72 Muscles de l'espace superficiel du périnée. **A.** Chez la femme. **B.** Chez l'homme.

Tableau 5.6 Muscles de l'espace superficiel du périnée.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Ischiocaverneux	Tubérosité ischiatique et branche	Pilier du pénis et du clitoris	Nerf pudendal (S2 à S4)	Mobilise le sang des piliers vers le corps du pénis et du clitoris en érection
Bulbospongieux	Chez la femme : centre tendineux du périnée Chez l'homme : centre tendineux du périnée, raphé médian	Chez la femme : bulbe du vestibule, membrane du périnée, corps du clitoris et corps caverneux Chez l'homme : bulbe du corps spongieux, membrane du périnée, corps caverneux	Nerf pudendal (S2 à S4)	Mobilise le sang des parties fixes du clitoris et du pénis vers le gland Chez l'homme : chasse l'urine résiduelle de l'urètre après la miction ; émission pulsatile du sperme durant l'éjaculation
Transverse superficiel du périnée	Tubérosité ischiatique et branche	Centre tendineux du périnée	Nerf pudendal (S2 à S4)	Stabilise le centre tendineux du périnée

- ils facilitent la vidange de la partie bulbaire de l'urètre pénien après la miction ;
- leur contraction réflexe durant l'éjaculation est responsable de l'émission pulsatile du sperme par le pénis.

En clinique

Sécrétion et éjaculation du sperme

Chez l'homme, la sécrétion est la formation du sperme et l'éjaculation est l'expulsion du sperme hors du pénis.

Alors que l'érection du pénis est un phénomène vasculaire généré par les nerfs parasympathiques des niveaux S2–S4, la formation du sperme dans l'urètre est causée par la contraction des muscles lisses des conduits et des glandes de l'appareil de la reproduction qui sont innervés par la partie sympathique du système nerveux viscéral. L'éjaculation du sperme hors du pénis est due à l'action de muscles squelettiques innervés par des nerfs moteurs somatiques.

Les muscles lisses du système canalaire de l'appareil de reproduction masculin et des glandes accessoires sont innervés par des fibres sympathiques des niveaux spinaux thoraciques inférieurs et lombaires supérieurs (T12, L1, L2). Ces fibres passent dans le plexus prévertébral puis sont distribuées aux tissus cibles. Le sperme est formé des contenus luminaux des conduits (épididyme, conduits déférents, ampoule des conduits déférents) et des glandes (prostate, vésicules séminales) contenus qui sont mobilisés dans l'urètre à la base du pénis par la contraction de muscle lisse dans la paroi de ces structures.

L'émission pulsatile du sperme hors du pénis est provoquée par la contraction réflexe du muscle bulbospongieux qui propulse le sperme de la base du pénis à l'extérieur par le méat urétral externe. Le muscle bulbospongieux est innervé par des fibres somatiques motrices véhiculées dans le nerf pudendal (S1–S4). La contraction du sphincter urétral interne et de la musculature lisse péri-urétrale, innervés par la partie sympathique du système nerveux viscéral, évite une éjaculation rétrograde dans la vessie.

En clinique

Dysfonctionnement de l'érection

Le dysfonctionnement de l'érection (DE) est une situation complexe où des hommes sont dans l'impossibilité d'initier ou de maintenir une érection pénienne. Lorsque cela concerne les érections durant le sommeil, lors d'autostimulations aussi bien qu'avec partenaire, une défaillance vasculaire et/ou nerveuse est présente. Ce type habituel de DE augmente avec l'âge et est connu comme étant un facteur de risque de maladie artérielle coronaire. Il est fréquemment associé à la maladie cardiovasculaire, au diabète et à des pathologies neurologiques comprenant la maladie de Parkinson, les traumatismes de la moelle spinale, la sclérose en plaques et les lésions nerveuses après chirurgies pelviennes ou irradiation pelvienne de cancer. Des taux bas de testostérone peuvent impacter les érections et inhiber profondément les érections induites du sommeil. Des médicaments comme les inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine (ISRS), les diurétiques thiazidiques et les anti-androgènes peuvent aussi être à l'origine de DE. Lorsque seules les érections avec partenaire posent problème, des facteurs psychologiques sont à l'origine du dysfonctionnement, des érections nocturnes normales confirmant des fonctions vasculaires et neurologiques saines. La plupart des DE sont d'étiologie multifactorielle et tous affectent profondément la qualité de vie et le bien-être de l'individu. Les DE peuvent entraîner une dépression et une perte de l'estime de soi ainsi qu'un isolement sentimental et social.

Une éjaculation retardée (ou absente) peut être la conséquence d'une lésion nerveuse dans des situations telles que le diabète, la maladie de Parkinson, les traumatismes de la moelle spinale, la sclérose en plaques, les complications de chirurgie majeure pelvienne et d'irradiation pelvienne. L'éjaculation disparaît après prostatectomie radicale pour cancer de la prostate (qui enlève aussi les vésicules séminales), mais l'orgasme reste possible si le nerf pudendal est épargné. Les ISRS, les neuroleptiques, l'alcool et les drogues (marijuana, cocaïne et héroïne) retardent souvent l'orgasme et donc l'éjaculation car les deux sont liés chez les personnes en bonne santé (même si les nerfs concernés sont différents).

Les tissus érectiles du clitoris ayant une innervation et une vascularisation semblables à celles du pénis, le gonflement vulvaire est pareillement compromis par les mêmes atteintes entraînant un DE chez l'homme. Cependant, il semble que ce soit une cause rare de trouble sexuel féminin. La diminution de gonflement clitoridien est rarement symptomatique. Il faut noter que les inhibiteurs de la phosphodiestérase type 5 (PDE5 ; sildénafil) n'améliorent pas le dysfonctionnement sexuel féminin même dans les affections telles que le diabète. La recherche a confirmé que des femmes par ailleurs en bonne santé mais se plaignant d'une faible excitation sexuelle avaient une augmentation physiologique normale de la congestion génitale en réponse à des stimuli visuels, même si psychiquement elles ne trouvent pas ces stimuli sexuellement stimulants. La perte de sensibilité génitale sexuelle après lésion nerveuse somatique due à une sclérose en plaques ou un diabète peut être hautement symptomatique et empêcher l'orgasme. Les médicaments inhibant l'orgasme masculin peuvent aussi affecter les femmes.

Muscles transverses superficiels du périnée

La paire de **muscles transverses superficiels du périnée** suit un trajet parallèle au bord postérieur de la face inférieure de la membrane du périnée (fig. 5.72). Ces muscles en forme de bande aplatie, qui sont insérés sur les tubérosités ischiatiques et leurs branches, s'étendent médialement jusqu'au centre tendineux du périnée sur la ligne médiane et le stabilisent.

Aspects superficiels des organes génitaux externes

Chez la femme

Chez la femme, le clitoris et l'appareil vestibulaire, avec un certain nombre de plis cutanés et de tissus, forment la **vulve** (fig. 5.73). De chaque côté de la ligne médiane se trouvent deux plis cutanés minces appelés les **petites lèvres**. La région comprise entre elles, et dans laquelle s'ouvrent l'urètre et le

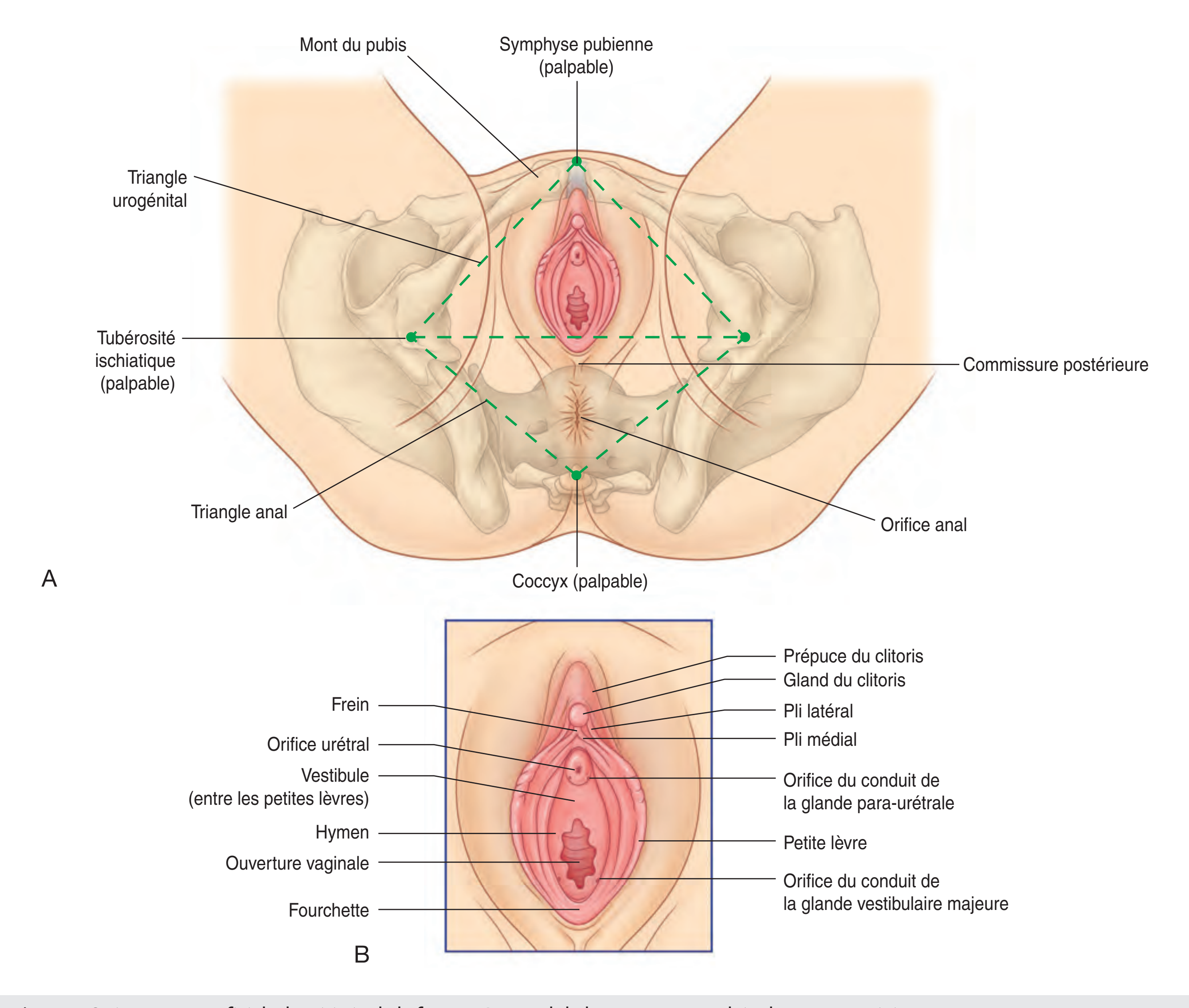


Figure 5.73 Aspects superficiels du périnée de la femme. **A.** Vue globale. **B.** Vue rapprochée des organes génitaux externes.

vagin, est le **vestibule**. En avant, chaque petite lèvre bifurque, formant un pli médial et un pli latéral. Les plis médiaux s'unissent pour former le **frein du clitoris**, qui rejoint le gland du clitoris. Les plis latéraux s'unissent ventralement au-dessus du gland et du corps clitoridiens pour former le **prépuce du clitoris** (capuchon). Le corps du clitoris s'étend antérieurement à partir du gland du clitoris et est palpable, en profondeur sous le prépuce et la peau. En arrière du vestibule, les petites lèvres s'unissent, formant un petit pli transverse, le **frein des petites lèvres** (la **fourchette**).

Dans le vestibule, l'orifice vaginal est entouré à degrés variables par une membrane plissée en anneau, l'**hymen**, qui peut présenter une petite perforation centrale ou complètement clore l'ouverture vaginale. À la suite de la rupture de l'hymen (après le premier rapport sexuel ou après traumatisme), des restes irréguliers de l'hymen frangent l'ouverture vaginale.

Les orifices de l'urètre et du vagin sont en rapport avec les orifices de glandes. Les conduits des glandes para-urétrales (**glandes de Skene**) s'ouvrent dans le vestibule, une sur chaque côté du bord latéral de l'urètre. Les conduits des glandes vestibulaires majeures (glandes de Bartholin) s'ouvrent à proximité de la limite postérolatérale de l'ouverture vaginale dans le sillon entre l'orifice vaginal et les restes hyménéaux.

Latéraux aux petites lèvres sont deux larges plis, les **grandes lèvres**, qui se réunissent en avant pour former le mont du pubis. Le **mont du pubis** repose sur la partie inférieure de la symphyse pubienne, et est en avant du vestibule et du clitoris. En arrière, les grandes lèvres ne se réunissent pas et sont séparées par une dépression appelée la **commissure postérieure**, qui se situe en regard du centre tendineux du périnée.

Chez l'homme

Les composants superficiels des organes génitaux de l'homme sont le scrotum et le pénis (fig. 5.74). Le **scrotum** est l'homologue mâle des grandes lèvres de la femme. Chez le fœtus, les bourrelets labioscrotaux fusionnent sur la ligne médiane, résultant en un scrotum unique, dans lequel les testicules et

Figure 5.74 Aspects superficiels du périnée de l'homme. **A.** Vue globale. **B.** Vue rapprochée des organes génitaux externes.

leurs tuniques musculofasciales, les vaisseaux sanguins, les nerfs, les lymphatiques et les conduits de drainage descendent de l'abdomen. Le résidu de la ligne de fusion entre les bourrelets labioscrotaux chez le fœtus est visible sur la peau du scrotum sous la forme d'un **raphé** longitudinal médian, qui s'étend depuis l'anus, autour du sac scrotal, et jusqu'à la face inférieure du corps du pénis.

Le **pénis** consiste en une racine et un corps. La racine fixe du pénis est palpable en arrière du scrotum dans le triangle urogénital du périnée. La partie pendante du pénis (corps du pénis) est entièrement couverte de peau ; le sommet du corps est coiffé par le gland du pénis.

L'orifice urétral externe est une fente sagittale, normalement placée au sommet du gland. La limite inférieure de l'orifice urétral est dans le prolongement du **raphé du pénis** sur la ligne médiane, qui représente une ligne de fusion formée sur le gland alors que l'urètre se développe chez le fœtus. La base de ce raphé est continue avec le **frein** du gland, qui est un pli cutané médian reliant le gland à la peau plus mobile qui lui est proximale. La base du gland s'élargit pour former une limite circulaire surélevée (la **couronne du gland**) ; les deux extrémités latérales de la couronne se rejoignent en bas sur le raphé médian du gland. La dépression postérieure à la couronne est le col du gland. Normalement, au niveau du col du gland, un pli cutané est en continuité, en avant, avec la fine peau qui adhère légèrement au gland et, en arrière, avec la peau épaisse peu attachée au corps. Ce pli, connu comme le **prépuce,** s'étend vers l'avant pour couvrir le gland. Le prépuce est enlevé au cours de la circoncision masculine, laissant le gland exposé.

Fascia superficiel du triangle urogénital

Le fascia superficiel du triangle urogénital est en continuité avec un fascia similaire de la paroi abdominale antérieure.

Comme pour le fascia superficiel de la paroi abdominale, le fascia périnéal a une couche membraneuse à sa face profonde. Cette couche membraneuse (**fascia de Colles** ou **fascia superficiel du périnée**) est attachée :

- en arrière à la membrane du périnée ; elle ne s'étend donc pas au triangle anal (fig. 5.75) ;
- aux branches ischiopubiennes qui forment les bords latéraux du triangle urogénital ; elle ne s'étend donc pas à la cuisse (fig. 5.75).

Elle définit les limites externes de l'espace superficiel du périnée, revêt le scrotum ou les grandes lèvres, et s'étend autour des corps du pénis et du clitoris.

En avant, la couche membraneuse du fascia est en continuité, au-dessus de la symphyse pubienne et des pubis, avec la couche membraneuse du fascia de la paroi abdominale antérieure. Dans la partie latérale basse de la paroi abdominale, la couche membraneuse du fascia abdominal est attachée au fascia profond de la cuisse juste au-dessous du ligament inguinal.

Comme la couche membraneuse du fascia entoure l'espace superficiel du périnée et se continue en haut sur la paroi abdominale antérieure, les liquides et infections qui s'accumulent dans cet espace peuvent diffuser en dehors du périnée vers la partie basse de la paroi abdominale. Ces collections ne diffuseront pas dans le triangle anal ou la cuisse, car les fascias fusionnent avec les tissus profonds aux limites de ces régions.

En clinique

Rupture urétrale

La rupture urétrale peut survenir au niveau de plusieurs points anatomiques bien définis.

La lésion la plus commune est une rupture de l'urètre spongieux proximal au-dessous de la membrane du périnée. L'urètre est habituellement déchiré lorsque les structures du périnée sont écrasées entre un objet dur (par exemple une poutre métallique ou une barre transversale de bicyclette) et l'arcade pubienne inférieure. L'urine s'échappe par la rupture dans l'espace superficiel du périnée, et descend dans le scrotum puis vers la paroi abdominale antérieure au-dessous du fascia superficiel.

Au cours de fractures pelviennes sévères, une rupture urétrale peut survenir à la jonction prostatomembraneuse au-dessus de l'espace profond du périnée. L'urine sera extravasée dans le vrai pelvis.

La rupture urétrale la plus sévère est en rapport avec les traumatismes graves du pelvis, lorsqu'il y a une déchirure complète des ligaments puboprostatiques. La prostate est déplacée vers le haut non seulement par la rupture ligamentaire, mais aussi par l'hématome extensif constitué dans le vrai pelvis. Le diagnostic peut être fait par la palpation d'une prostate surélevée au toucher rectal.



Figure 5.75 Fascia superficiel. **A.** Vue latérale. **B.** Vue antérieure.

Nerfs somatiques

Nerf pudendal

Le principal nerf somatique du périnée est le nerf pudendal. Ce nerf naît du plexus sacral et véhicule des fibres des segments médullaires spinaux S2 à S4. Il quitte la cavité pelvienne par le grand foramen ischiatique au-dessous du muscle piriforme, contourne le ligament sacroépineux ; il gagne alors le triangle anal du périnée en passant médialement par le petit foramen ischiatique. En entrant et en traversant le périnée, il chemine le long de la paroi latérale de la fosse ischioanale dans le canal pudendal, espace tubulaire constitué par le fascia qui recouvre le muscle obturateur interne. Ce canal pudendal contient aussi l'artère pudendale interne et les veines qui l'accompagnent.

Le nerf pudendal (fig. 5.76) a trois rameaux terminaux principaux – les nerfs rectal inférieur et périnéal, et le nerf dorsal du pénis ou du clitoris – qui sont accom-

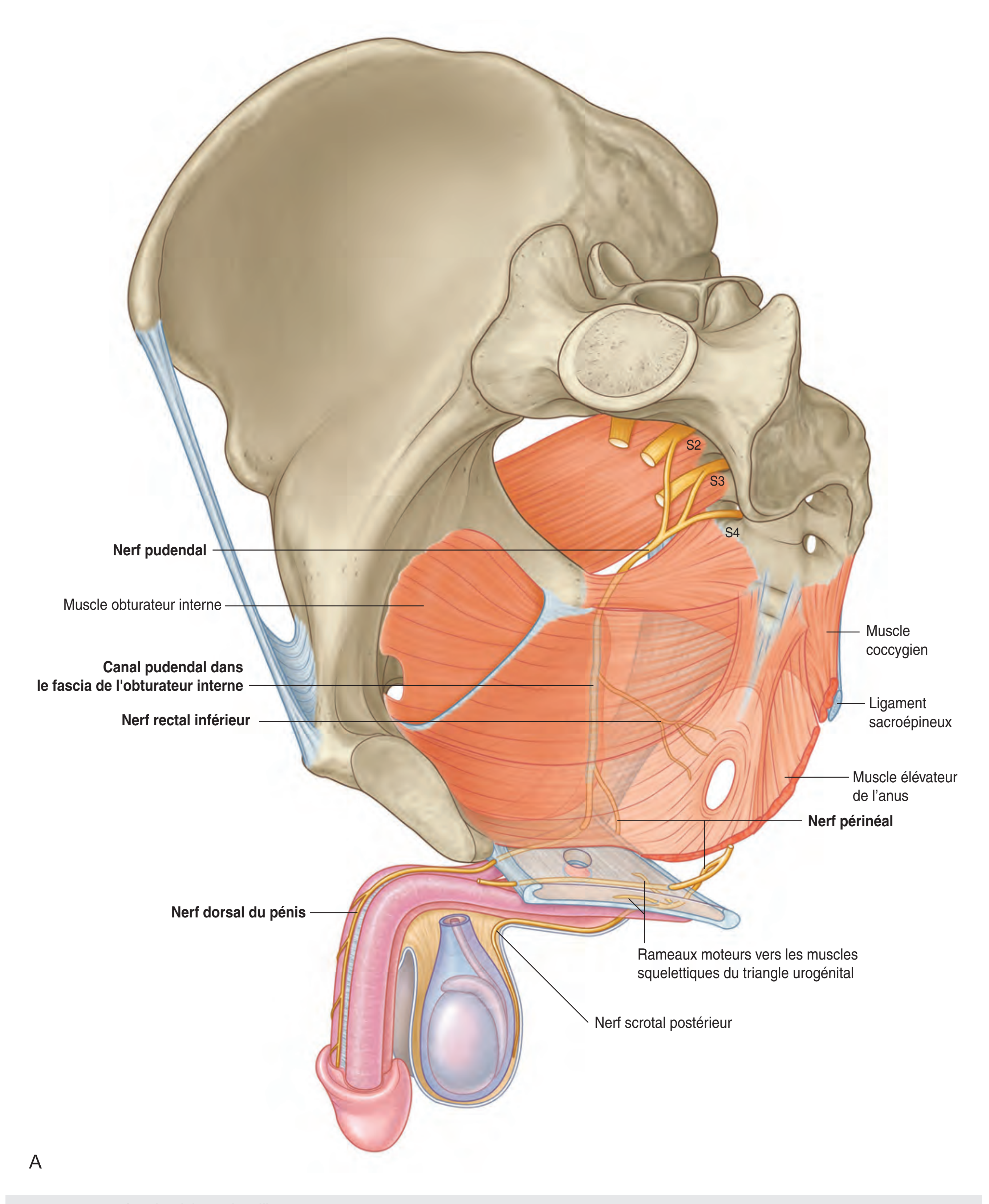


Figure 5.76 Nerf pudendal. **A.** Chez l'homme.

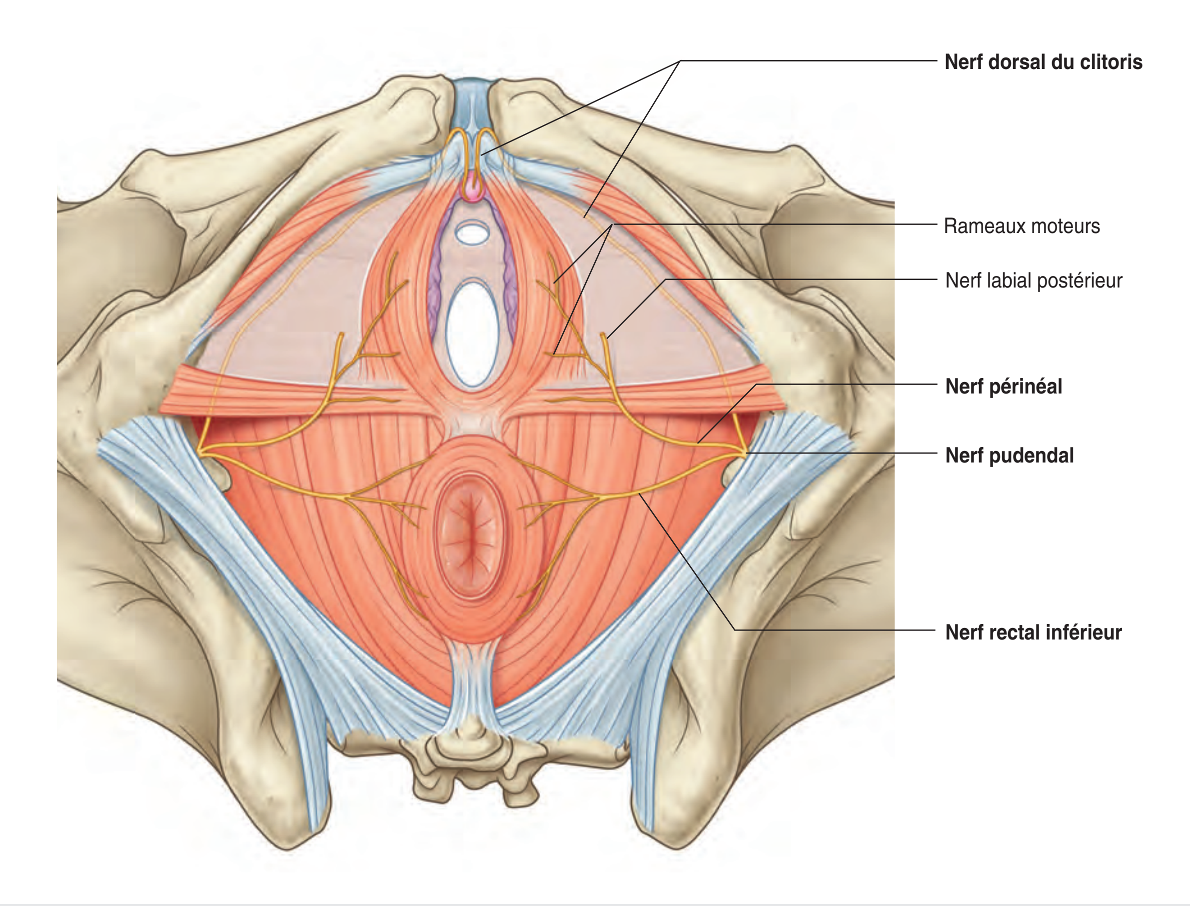


Figure 5.76 Suite. **B.** Chez la femme.

pagnées par des branches de l'artère pudendale interne (fig. 5.77).

- Le **nerf rectal inférieur** est souvent multiple. Il traverse le fascia du canal pudendal, et se dirige médialement à travers la fosse ischioanale pour innerver le sphincter anal externe et les régions voisines des muscles élévateurs de l'anus. Le nerf est aussi généralement sensitif pour la peau du triangle anal.
- Le **nerf périnéal** passe dans le triangle urogénital et donne naissance à des rameaux moteurs et cutanés. Les rameaux moteurs innervent les muscles squelettiques dans les espaces superficiel et profond du périnée. Le plus gros des rameaux sensitifs est le nerf scrotal postérieur chez l'homme, et le nerf labial postérieur chez la femme.
- Le **nerf dorsal du pénis** et du **clitoris** entre dans l'espace profond du périnée (fig. 5.76). Il chemine le long du bord latéral de l'espace, puis sort en traversant la membrane du périnée juste au-dessous de la symphyse pubienne, où il rencontre le corps du clitoris ou du pénis. Il poursuit son trajet sur la face dorsale du corps pour atteindre le gland. Le nerf dorsal est sensitif pour le pénis et le clitoris, particulièrement pour le gland.

Autres nerfs somatiques

Les autres nerfs somatiques qui entrent dans le périnée sont essentiellement sensitifs ; ils incluent des rameaux des nerfs ilio-inguinal, génitofémoral, cutané postérieur de la cuisse et anococcygien.

Nerfs viscéraux

Les nerfs viscéraux pénètrent dans le périnée par deux voies :

- ceux destinés à la peau, qui consistent essentiellement en fibres sympathiques postganglionnaires, sont délivrés à la région le long du nerf pudendal. Ces fibres joignent le nerf pudendal à partir des rameaux communicants gris qui relient les parties pelviennes des troncs sympathiques aux rameaux antérieurs des nerfs sacraux spinaux (voir fig. 5.62) ;
- ceux destinés aux tissus érectiles pénètrent dans la région essentiellement en traversant l'espace profond du périnée à partir du plexus hypogastrique inférieur de la cavité pelvienne (voir fig. 5.63B). Les fibres qui stimulent l'érection sont des fibres parasympathiques, qui entrent dans le plexus hypogastrique inférieur via les nerfs splanchniques des niveaux S2 à S4 de la moelle spinale (voir fig. 5.63A,B).

Vaisseaux sanguins

Artères

Les artères les plus importantes du périnée sont les artères pudendales internes (fig. 5.77). D'autres artères entrant dans la région incluent la pudendale externe, la testiculaire et les artères crémastiques.

Artères pudendales internes

Les **artères pudendales internes** naissent du tronc antérieur de l'artère iliaque interne dans le pelvis (fig. 5.77). Elles accompagnent le nerf pudendal et quittent le pelvis par le grand foramen ischiatique au-dessous du muscle piriforme. Elles contournent l'épine ischiatique, où elles se situent latérales au nerf, entrent dans le périnée en cheminant par le petit foramen ischiatique, et accompagnent le nerf pudendal dans le canal pudendal sur la paroi latérale de la fosse ischioanale.

Les branches de l'artère pudendale interne sont similaires à celles du nerf pudendal dans le périnée ; elles comprennent les artères rectale inférieure, périnéale et des branches pour les tissus érectiles du pénis et du clitoris (fig. 5.77).

Artères rectales inférieures

Une ou plusieurs **artères rectales inférieures** naissent de l'artère pudendale interne dans le triangle anal ; elles traversent médialement la fosse ischioanale pour se diviser, et irriguer le muscle et la peau voisine (fig. 5.77). Elles s'anastomosent avec les artères rectales moyenne et supérieure, respectivement branches de l'artère iliaque interne et de l'artère mésentérique inférieure, pour former un réseau de vaisseaux qui irriguent le rectum et le canal anal.

Artère périnéale

L'**artère périnéale** naît près de l'extrémité antérieure du canal pudendal et donne une branche périnéale transverse ainsi qu'une artère scrotale postérieure ou labiale pour les tissus et la peau avoisinants (fig. 5.77).

Partie terminale des artères pudendales internes

La partie terminale des artères pudendales internes accompagne le nerf dorsal du pénis ou du clitoris dans l'espace profond du périnée. Elles donnent des branches aux tissus de l'espace périnéal profond et aux tissus érectiles.

Les branches qui irriguent les tissus érectiles de l'homme sont l'artère pour le bulbe du pénis, l'artère urétrale, l'artère profonde du pénis et l'artère dorsale du pénis (fig. 5.77).

- L'**artère du bulbe du pénis** a une branche qui irrigue la glande bulbo-urétrale et pénètre ensuite la membrane du périnée pour irriguer le corps spongieux.
- Une **artère urétrale** pénètre aussi la membrane du périnée, et irrigue l'urètre pénien et les tissus érectiles qui l'entourent jusqu'au gland.
- Près de la limite antérieure de l'espace profond du périnée, l'artère pudendale interne bifurque en deux branches terminales. Une **artère profonde du pénis** pénètre la membrane du périnée pour entrer dans le pilier et irriguer le pilier et le corps caverneux du corps. L'**artère dorsale du pénis** pénètre le bord antérieur de la membrane du périnée pour atteindre la face dorsale du corps du pénis. Le vaisseau chemine le long de la face dorsale du pénis, en dedans du nerf dorsal, et irrigue le gland du pénis et les tissus superficiels du pénis ; il s'anastomose aussi avec des branches de l'artère profonde du pénis et l'artère urétrale.

Les branches qui irriguent les tissus érectiles chez les femmes sont similaires à celles de l'homme :

- les **artères du bulbe du vestibule** irriguent le bulbe du vestibule et les parties voisines du vagin ;
- les **artères profondes du clitoris** irriguent les piliers et les corps caverneux du corps ;
- les **artères dorsales du clitoris** irriguent les tissus environnants et le gland.

Artères pudendales externes

Les **artères pudendales externes** comportent un vaisseau superficiel et un vaisseau profond, qui naissent de l'artère fémorale à la cuisse. Elles se dirigent médialement pour entrer en avant dans le périnée, et irriguer la peau voisine du pénis et du scrotum, ou celle du clitoris et des grandes lèvres.

Artères testiculaires et crémastériques

Chez l'homme, les **artères testiculaires** naissent de l'aorte abdominale et descendent dans le scrotum à travers le canal inguinal pour irriguer les testicules. Les **artères crémastériques**, qui naissent de l'artère épigastrique inférieure, branche de l'artère iliaque externe, accompagnent le cordon spermatique dans le scrotum.

Chez la femme, de petites artères crémastériques suivent le ligament rond de l'utérus à travers le canal inguinal.

Veines

Les veines du périnée accompagnent généralement les artères et rejoignent les **veines pudendales internes**, qui se connectent avec la **veine iliaque interne** dans le pelvis (fig. 5.78). L'exception est la **veine dorsale profonde du pénis** ou du **clitoris** qui draine principalement le gland et les corps caverneux. La veine dorsale profonde chemine entre les artères dorsales de chaque côté du pénis ou du clitoris ;

Artère iliaque interne

Artère pudendale interne

Artère rectale inférieure

Artère pudendale interne dans le fascia de l'obturateur interne

Artère pour le bulbe

Artère urétrale

Artère profonde du pénis (ou artère profonde du clitoris chez la femme)

Artère dorsale du pénis (artère dorsale du clitoris chez la femme)

Artère périnéale

Artère du bulbe du pénis (artère du bulbe vestibulaire chez la femme)

Artère scrotale postérieure (artère labiale postérieure chez la femme)

Figure 5.77 Artères du périnée.

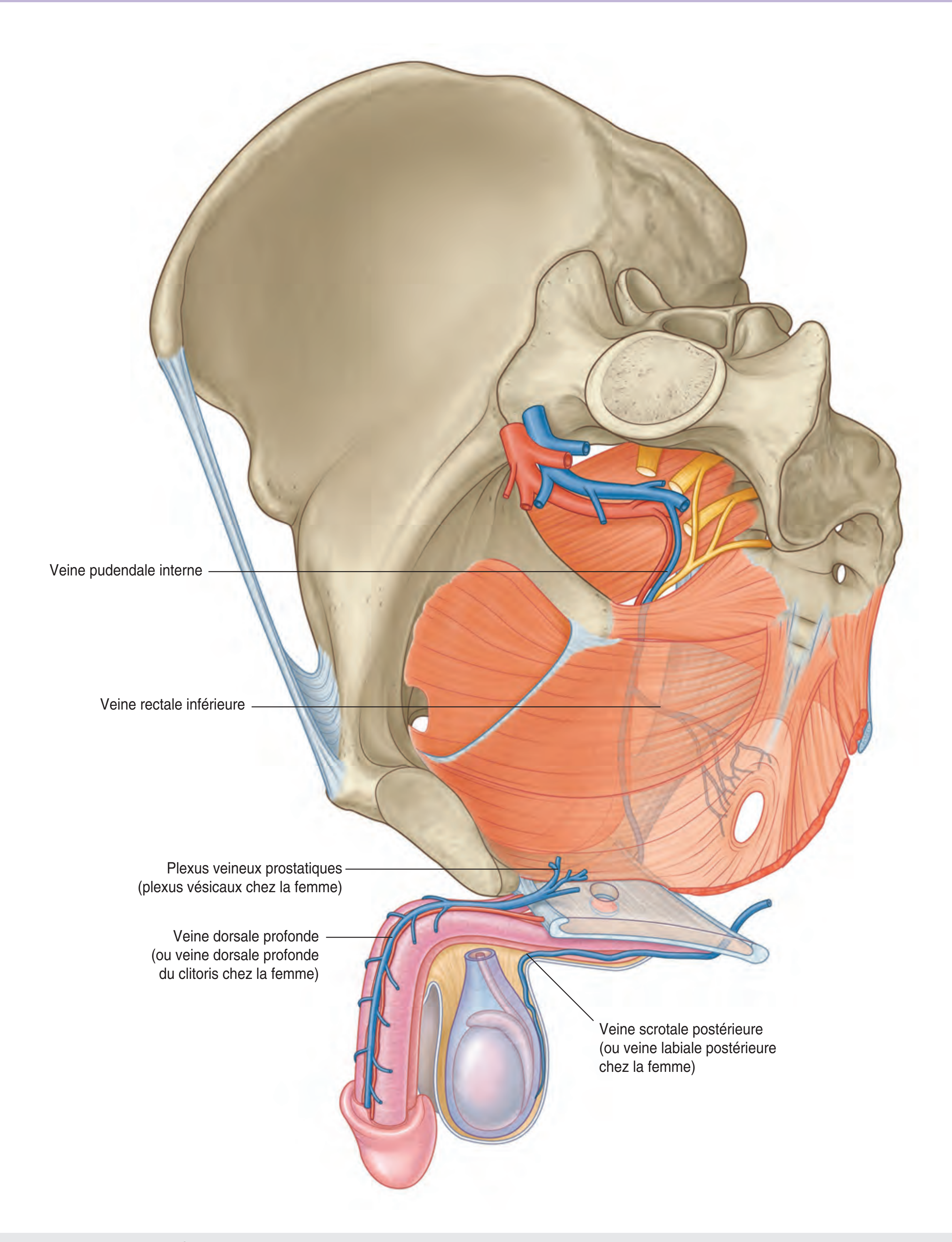


Figure 5.78 Veines périnéales.

elle passe par la brèche entre le ligament inférieur pubien et l'espace profond du périnée ; puis elle se connecte aux plexus veineux entourant la prostate chez l'homme ou la vessie chez la femme.

Les veines pudendales externes, qui drainent les parties antérieures des grandes lèvres ou le scrotum et recouvrent des aires de drainage des veines pudendales internes, se connectent à la veine fémorale dans la cuisse. Les veines dorsales superficielles du pénis ou du clitoris qui drainent la peau sont tributaires des veines pudendales externes.

Lymphatiques

Les vaisseaux lymphatiques des parties profondes du périnée accompagnent les vaisseaux sanguins pudendaux internes ; ils se drainent essentiellement dans les **nœuds iliaques internes** du pelvis.

Les canaux lymphatiques des tissus superficiels du pénis ou du clitoris accompagnent les vaisseaux sanguins pudendaux externes ; ils se drainent principalement dans les **nœuds inguinaux superficiels**, comme les canaux lymphatiques du scrotum ou des grandes lèvres (fig. 5.79). Le gland du pénis, le gland du clitoris, les petites lèvres et l'extrémité inférieure du vagin se drainent dans les **nœuds inguinaux profonds** et les **nœuds iliaques externes**.

Les lymphatiques des testicules se drainent via des canaux qui montent dans le cordon spermatique, traversent le canal inguinal, et se dirigent en haut vers la paroi abdominale postérieure pour se connecter directement avec les **nœuds latéro-aortiques ou lombaux** et préaortiques autour de l'aorte, approximativement aux niveaux vertébraux L1 et L2. Ainsi, les pathologies des testicules essaiment vers des nœuds haut situés sur la paroi abdominale postérieure et non vers les nœuds inguinaux ou iliaques.

Figure 5.79 Drainage lymphatique du périnée.

ANATOMIE DE SURFACE

Anatomie de surface du pelvis et du périnée

Les reliefs osseux palpables du pelvis sont utilisés comme repères pour :

- la localisation des structures des tissus mous ;
- la visualisation de l'orientation de l'ouverture supérieure du pelvis ;
- la définition des limites du périnée.

La capacité de reconnaître l'aspect normal des structures du périnée est une partie essentielle de l'examen physique.

Chez la femme, le col peut être directement observé en ouvrant le canal vaginal avec un spéculum.

Chez l'homme, la taille et la consistance de la prostate dans la cavité pelvienne peuvent être appréciées par le toucher rectal pratiqué à travers l'orifice anal.

Orientation du pelvis et du périnée en position anatomique

En position anatomique, les épines iliaques antérosupérieures et le bord antérosupérieur de la symphyse pubienne sont dans le même plan vertical. L'ouverture supérieure du pelvis regarde en avant et en haut. Le triangle urogénital du périnée est orienté dans un plan presque horizontal et regarde vers le bas, alors que le triangle anal est plus vertical et regarde vers l'arrière (fig. 5.80 et fig. 5.81).

Comment définir les limites du périnée

La symphyse pubienne, les tubérosités ischiatiques et le sommet du coccyx sont palpables sur les patients ; ils peuvent être utilisés pour définir les frontières du périnée. Cela est au mieux réalisé lorsque les patients sont allongés sur le dos avec les cuisses fléchies en abduction dans la position de la lithotomie (fig. 5.82).

- Les tubérosités ischiatiques sont palpables de chaque côté sous forme de grosses masses osseuses proches du sillon cutané (pli glutéal) entre les cuisses et les régions glutéales. Elles marquent les angles latéraux du périnée en forme de losange.
- Le sommet du coccyx est palpable sur la ligne médiane en arrière de l'orifice anal et marque la limite la plus postérieure du périnée.
- La limite antérieure du périnée est la symphyse pubienne. Chez la femme, celle-ci est palpable sur la ligne médiane en profondeur du mont du pubis. Chez l'homme, la symphyse

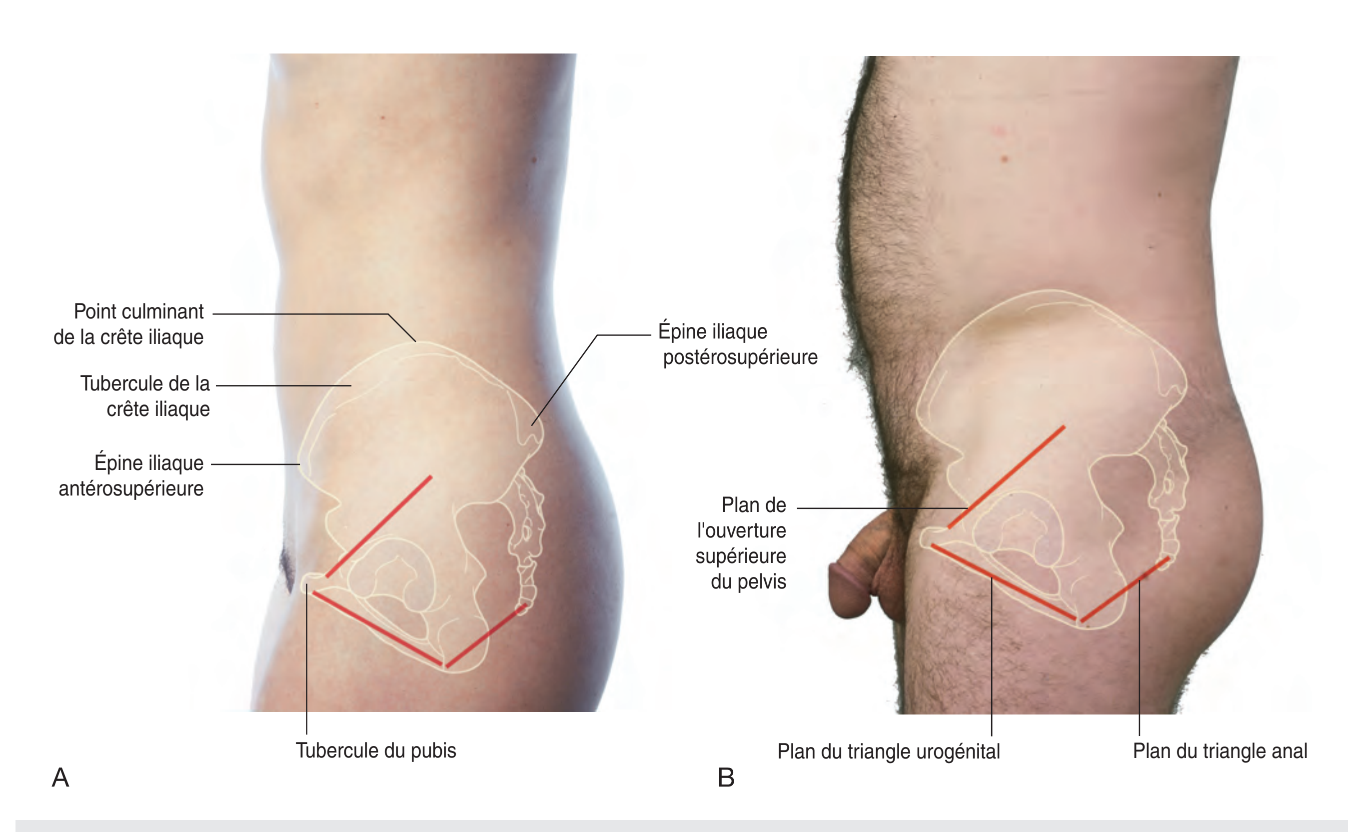


Figure 5.80 Vue latérale de l'aire pelvienne avec la situation du squelette indiquée. L'orientation de l'ouverture supérieure du pelvis, le triangle urogénital et le triangle anal sont aussi montrés. **A.** Chez une femme. **B.** Chez un homme.



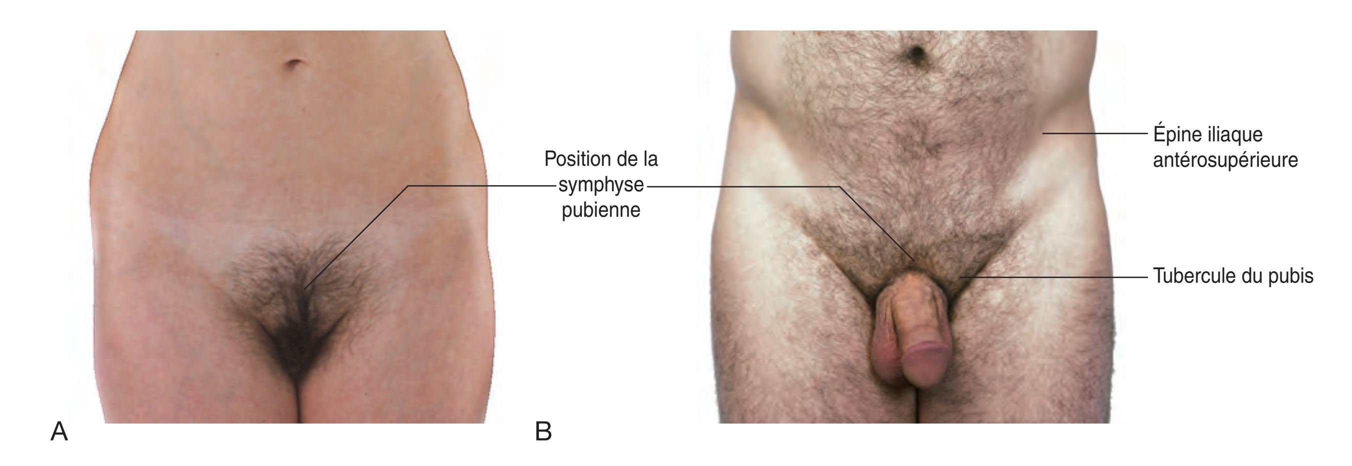


Figure 5.81 Vue antérieure de l'aire pelvienne. **A.** Chez une femme montrant la position de la symphyse pubienne. **B.** Chez un homme montrant les positions des tubercules du pubis, de la symphyse pubienne et des épines iliaques antérosupérieures.

A

Position approximative du centre tendineux du périnée (tendon central)

Tubérosité ischiatique

Symphyse pubienne

Triangle urogénital

Tubérosité ischiatique

Triangle anal

Coccyx

B

Mont du pubis

Position approximative du centre tendineux du périnée (tendon central)

Tubérosité ischiatique

Pli glutéal

Région glutéale

Symphyse pubienne

Triangle urogénital

Tubérosité ischiatique

Triangle anal

Coccyx

Figure 5.82 Vue inférieure du périnée en position de lithotomie. Limites, subdivisions et repères palpables sont indiqués. **A.** Chez un homme. **B.** Chez une femme.

pubienne est palpable immédiatement au-dessus de la jonction de la tige pénienne au bas de la paroi abdominale.

Des lignes virtuelles joignant les tubérosités ischiatiques avec la symphyse pubienne en avant, et avec le sommet du coccyx en arrière mettent en évidence la forme losangique du périnée. Une ligne supplémentaire entre les tubérosités ischiatiques divise le périnée en deux triangles, le triangle urogénital en avant et le triangle anal en arrière. Cette ligne donne aussi la position approximative du bord postérieur de la membrane du périnée. Le point médian de cette ligne marque la localisation du centre tendineux du périnée.

Identification des structures du triangle anal

Le triangle anal est la moitié postérieure du périnée. La base du triangle est, en avant, une ligne virtuelle joignant les deux tubérosités ischiatiques. Le sommet du triangle est la pointe du coccyx ; les limites latérales peuvent être représentées approximativement par les lignes reliant le coccyx aux tubérosités ischiatiques. Chez l'homme comme chez la femme, l'élément principal du triangle anal est l'orifice anal au centre du triangle. De la graisse comble les fosses ischioanales de chaque côté de l'orifice anal (fig. 5.83).

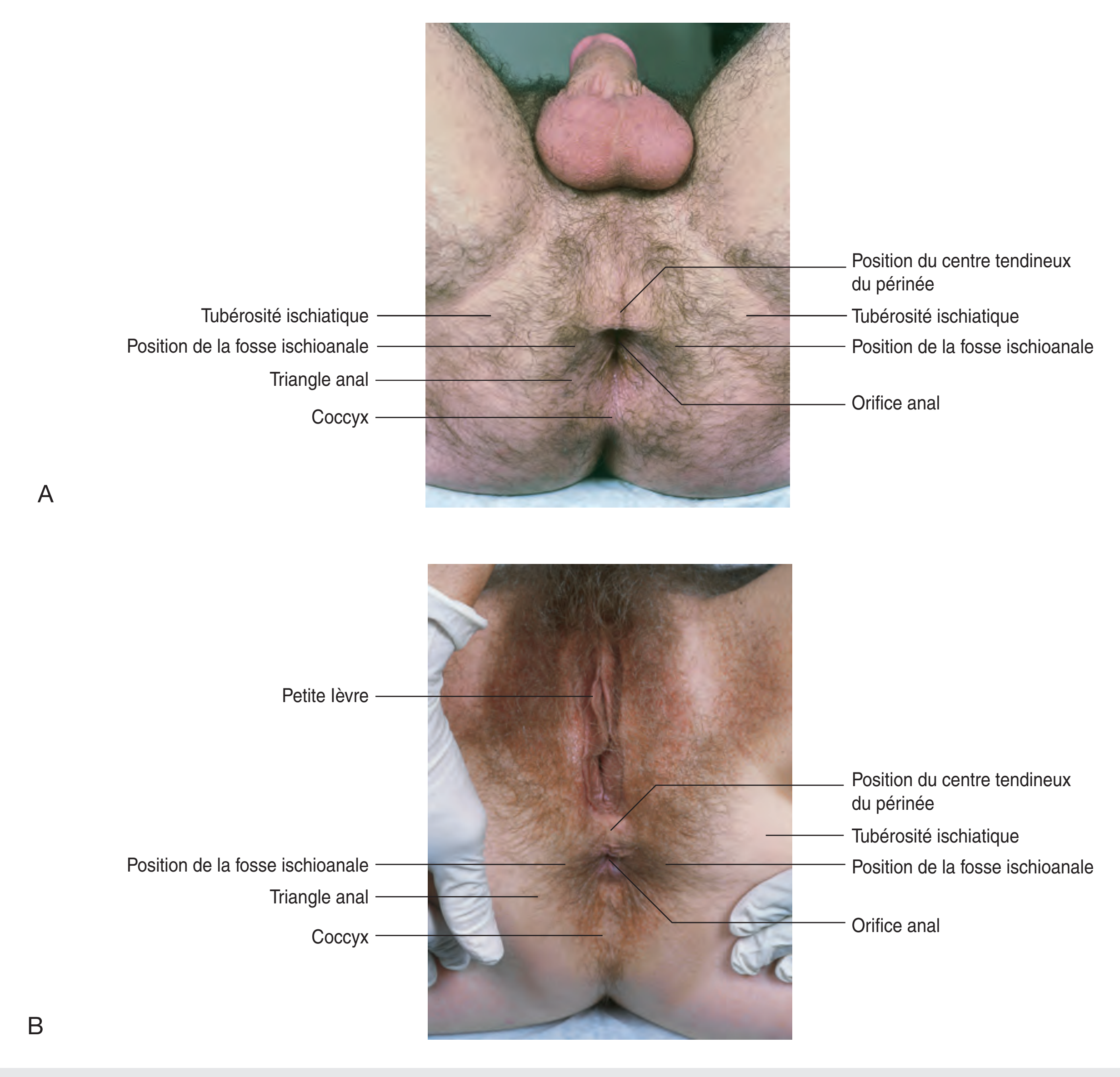


Figure 5.83 Triangle anal avec l'orifice anal et la position des fosses ischioanales indiqués. **A.** Chez un homme. **B.** Chez une femme.

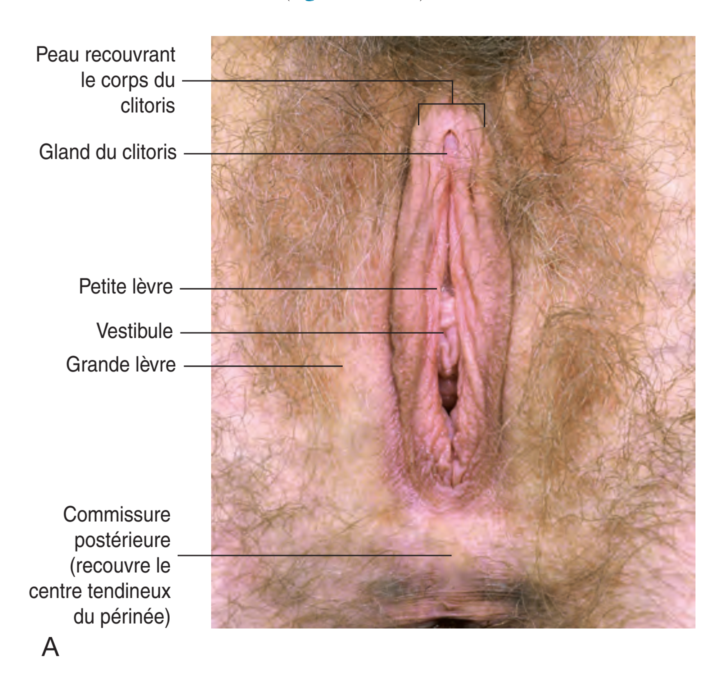
Identification des structures du triangle urogénital de la femme

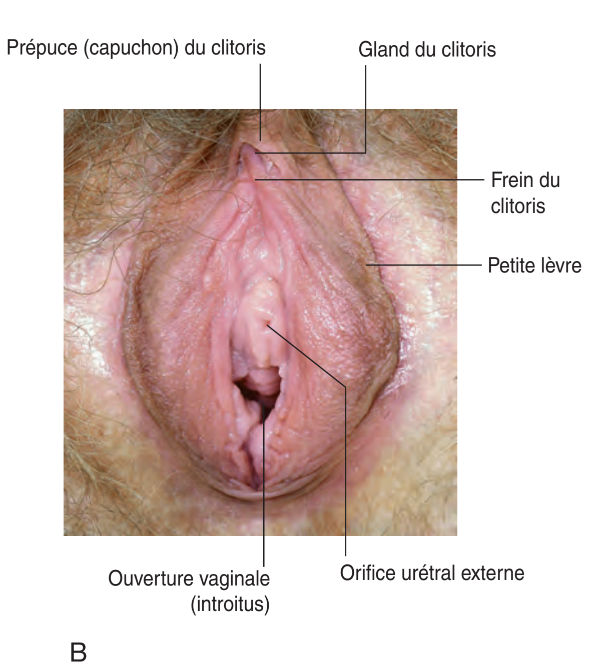
Le triangle urogénital est la moitié antérieure du périnée. La base du triangle est une ligne virtuelle postérieure joignant les deux tubérosités ischiatiques. Le sommet du triangle est la symphyse pubienne. Les limites latérales peuvent être approximativement représentées par des lignes joignant la symphyse pubienne aux tubérosités ischiatiques. Ces lignes correspondent aux branches ischiopubiennes, qui peuvent être perçues à la palpation profonde.

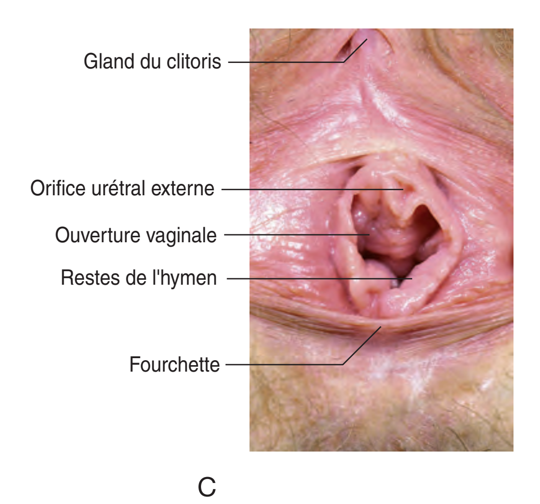
Chez la femme, les principaux éléments du triangle urogénital sont le clitoris, le vestibule et des plis cutanés qui, ensemble, forment la vulve (fig. 5.84A,B).

Deux fins plis cutanés, les petites lèvres, limitent entre elles un espace appelé le vestibule, dans lequel s'ouvrent le vagin et l'urètre (fig. 5.84C). Une traction latérale douce sur les petites lèvres ouvre le vestibule et révèle un monticule de tissu mou sur lequel s'ouvre l'urètre. Les glandes para-urétrales (glandes de Skene), une de chaque côté, s'ouvrent dans un sillon cutané entre l'urètre et la petite lèvre (fig. 5.84D).

En arrière de l'urètre se trouve l'ouverture vaginale. L'ouverture vaginale (introïtus) est frangée par les restes de l'hymen, qui ferme initialement l'orifice vaginal et est habituellement rompu lors du premier rapport sexuel. Le conduit de la glande vestibulaire majeure (glande de Bartholin), un de







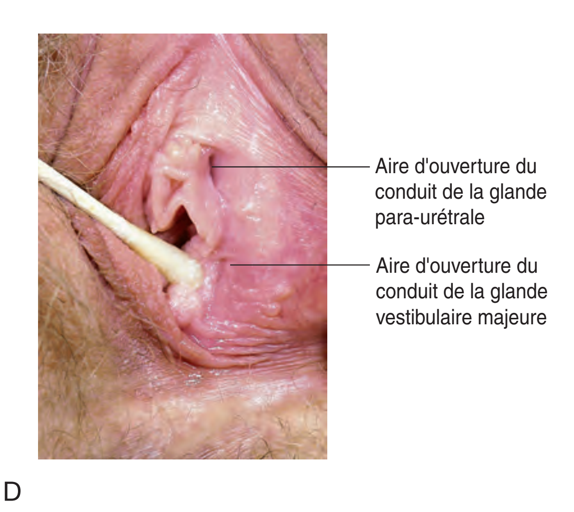


Figure 5.84 Éléments du triangle urogénital de la femme. **A.** Vue inférieure du triangle urogénital de la femme avec indication des éléments principaux. **B.** Vue inférieure du vestibule. Les petites lèvres ont été écartées pour ouvrir le vestibule. Sont aussi indiqués le gland du clitoris, le capuchon du clitoris et le frein du clitoris. **C.** Vue inférieure du vestibule montrant les orifices de l'urètre et du vagin et l'hymen. Les petites lèvres ont été plus écartées que dans la fig. 5.84B. **D.** Vue inférieure du vestibule avec la petite lèvre gauche réclinée sur le côté pour montrer les régions du vestibule dans lesquelles la glande vestibulaire majeure et les glandes para-urétrales s'ouvrent.

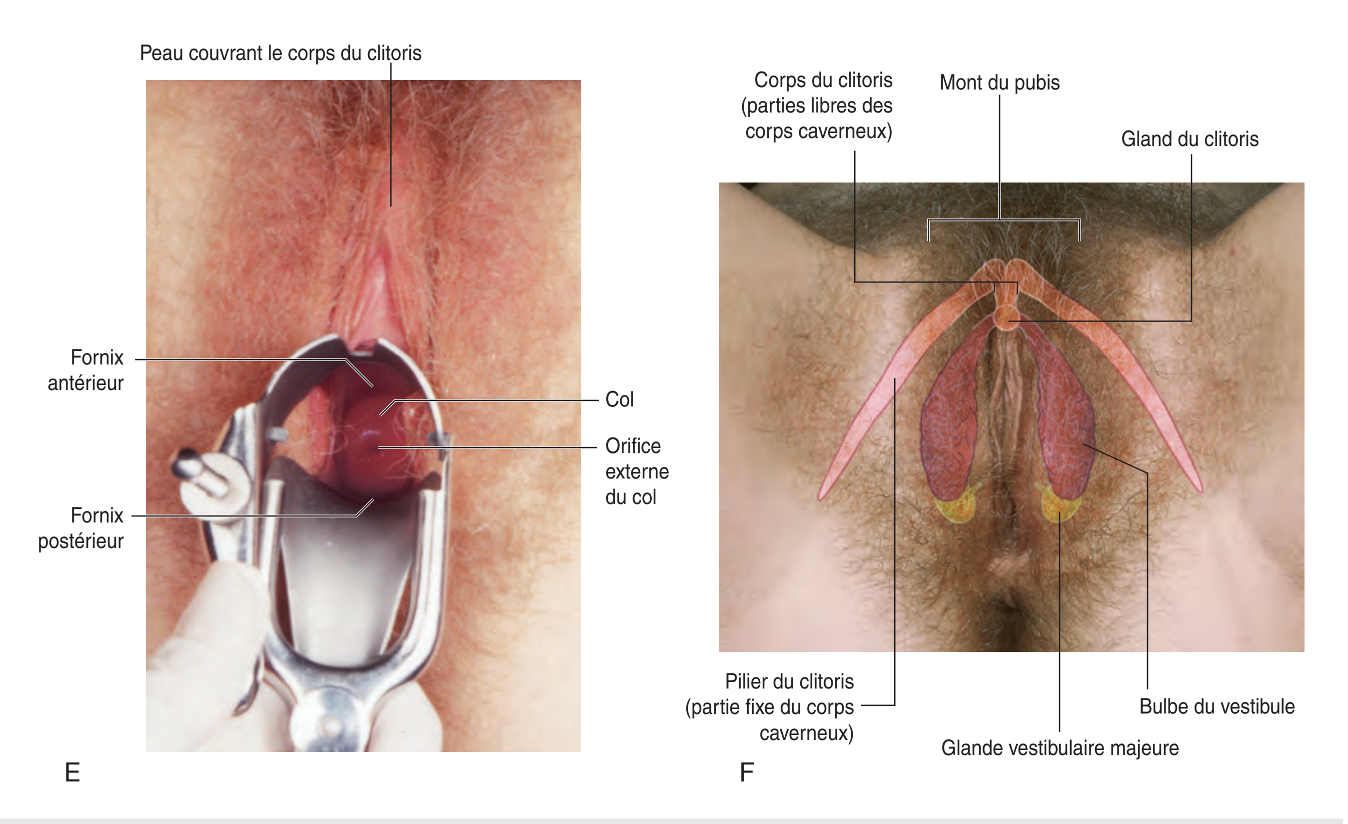


Figure 5.84 Suite. **E.** Vue du col à travers le canal vaginal. **F.** Vue inférieure du triangle urogénital d'une femme avec les tissus érectiles du clitoris, vestibule et les glandes vestibulaires majeures indiquées en transparence.

chaque côté, s'ouvre dans le sillon cutané entre l'hymen et la petite lèvre adjacente (fig. 5.84D).

Chaque petite lèvre bifurque en avant en un pli médial et un pli latéral. Les plis médiaux s'unissent sur la ligne médiane pour former le frein du clitoris. Les plis latéraux plus volumineux s'unissent aussi sur la ligne médiane pour former le capuchon du clitoris ou prépuce, qui couvre le gland du clitoris et les parties distales du corps du clitoris. En arrière de l'orifice vaginal, les petites lèvres se rejoignent, formant un pli cutané transversal (la fourchette).

Les grandes lèvres sont de larges plis latéraux aux petites lèvres. Elles arrivent ensemble en avant pour former le mont du pubis, qui repose sur la partie inférieure de la symphyse pubienne. Les extrémités postérieures des grandes lèvres sont séparées par une dépression appelée commissure postérieure, qui siège en regard du centre tendineux du périnée.

Le col est visible quand le canal vaginal est ouvert avec un spéculum (fig. 5.84E). L'orifice externe du col s'ouvre à la surface en forme de dôme du col. Un récessus ou gouttière, nommé fornix, se trouve entre le col et la paroi vaginale ; il est de plus subdivisé, selon la localisation, en fornix antérieur, postérieur et latéraux.

Les racines du clitoris sont en profondeur des éléments de surface du périnée, et sont fixées aux branches ischiopubiennes et à la membrane du périnée.

Les bulbes du vestibule (fig. 5.84F), composés de tissus érectiles, se situent en profondeur des petites lèvres de chaque côté du vestibule. Ces masses érectiles sont en continuité, grâce à de fines bandes de tissus érectiles, avec le gland du clitoris, qui est visible sous le capuchon clitoridien. Les glandes vestibulaires majeures sont postérieures aux bulbes du vestibule, de chaque côté de l'orifice vaginal.

Les piliers du clitoris sont attachés, de chaque côté, aux branches ischiopubiennes. Chaque pilier est constitué par la partie fixe du corps caverneux. En avant, ces corps érectiles se détachent de l'os, s'incurvent en bas et en arrière, et s'unissent pour former le corps du clitoris.

Le corps du clitoris supporte le sillon cutané immédiatement antérieur au capuchon clitoridien (prépuce). Le gland du clitoris est situé à l'extrémité du corps du clitoris.

Identification des structures du triangle urogénital de l'homme

Chez l'homme, le triangle urogénital contient les racines du pénis. Les testicules et les structures associées, bien qu'ils migrent de l'abdomen vers le scrotum, sont généralement évalués avec le pénis durant l'examen physique.

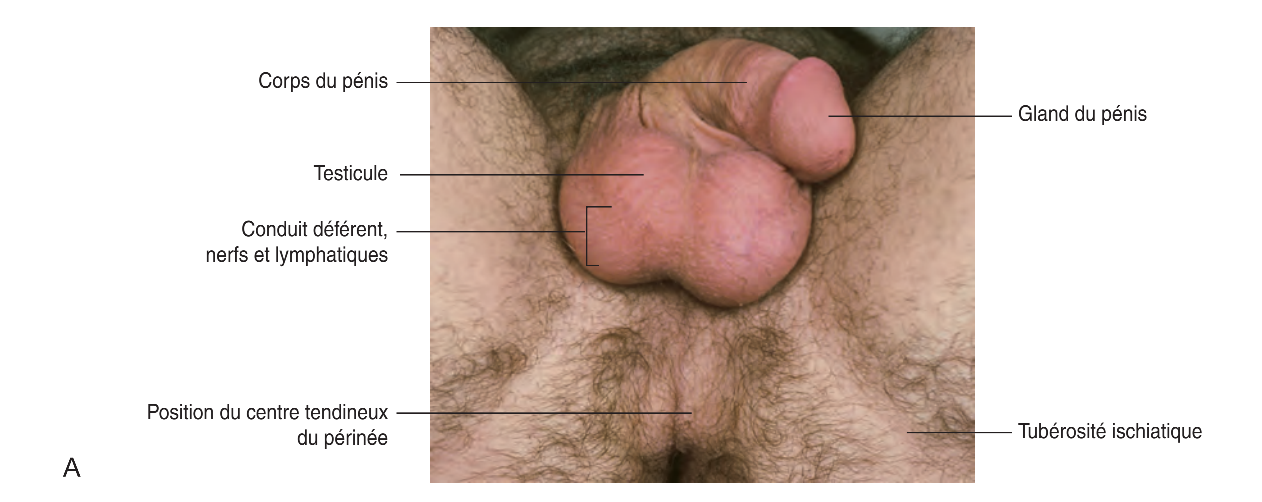
Le scrotum de l'homme est l'homologue des grandes lèvres de la femme. Chaque testicule ovoïde est facilement palpable à

travers la peau du scrotum (fig. 5.85A). Postérolatérale au testicule est une masse tissulaire allongée, souvent visible comme un bourrelet saillant qui contient les vaisseaux lymphatiques et sanguins du testicule, ainsi que l'épididyme et le conduit déférent. Un raphé médian (fig. 5.85B) est visible sur la peau séparant les côtés droit et gauche du scrotum. Chez quelques individus, ce raphé est proéminent et s'étend depuis l'orifice anal, sur le scrotum et le long de la face ventrale du corps du pénis, jusqu'au frein du gland.

La racine du pénis est formée par les parties fixes du corps spongieux et des corps caverneux. Le corps spongieux est fixé à la membrane du périnée et peut aisément être palpé comme une grosse masse en avant du centre tendineux du périnée. Cette masse, qui est couverte par les muscles bulbospongieux, est le bulbe du pénis.

Le corps spongieux se détache en avant de la membrane du périnée, devient la partie ventrale du corps du pénis (tige du pénis), et se termine en s'élargissant en gland du pénis (fig. 5.85C,D).

Les piliers du pénis, un pilier de chaque côté, sont les parties fixes des corps caverneux, et sont insérés aux branches ischiopubiennes (fig. 5.85E). Les corps caverneux sont libres en avant et deviennent les masses érectiles paires qui forment la partie dorsale du corps du pénis. Le gland pénien coiffe les extrémités antérieures des corps caverneux.



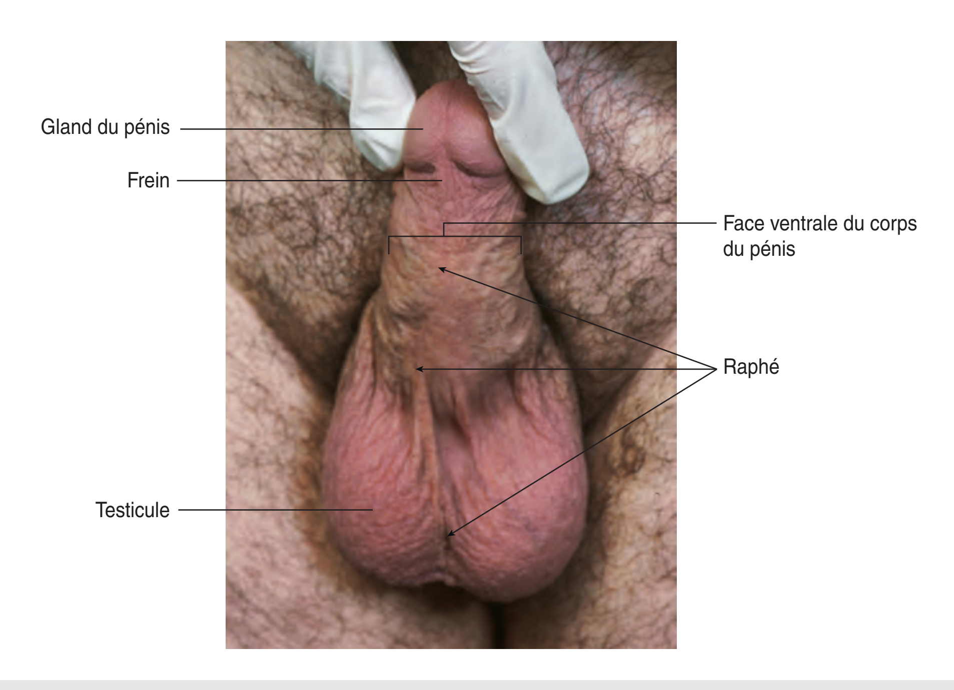


Figure 5.85 Éléments du triangle urogénital de l'homme. **A.** Vue inférieure. **B.** Face ventrale du corps du pénis.

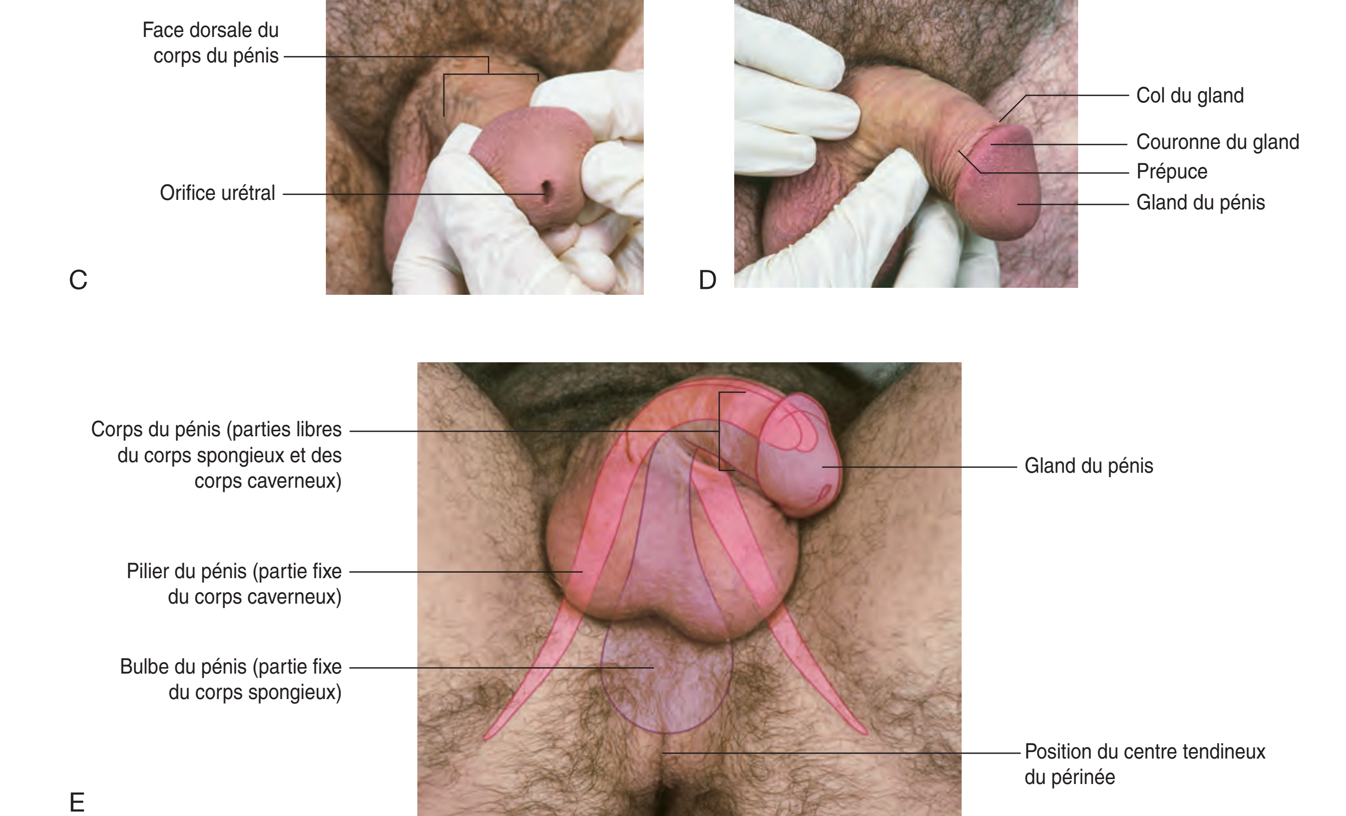


Figure 5.85 Suite. **C.** Vue antérieure du gland du pénis montrant l'orifice urétral. **D.** Vue latérale du corps du pénis et du gland. **E.** Vue inférieure du triangle urogénital de l'homme avec les tissus érectiles indiqués par transparence.



Cas cliniques

Cas 1

VARICOCÈLE

Un homme âgé de 25 ans se présente à son médecin de famille avec une sensation de tiraillement du côté gauche de son scrotum. Il est par ailleurs en bonne santé et n'a pas d'autres symptômes. Durant l'examen, le médecin palpe le testicule gauche, qui est normal, bien qu'il note un gonflement nodulaire mou autour de la partie supérieure du testicule et de l'épididyme. Dans son observation clinique, il décrit ces constatations comme un « sac de vers » (fig. 5.86). Le « sac de vers » est une varicocèle.

Le drainage veineux du testicule se fait via le plexus veineux pampiniforme qui chemine dans le cordon spermatique. Une varicocèle est un amas de veines dilatées qui naissent du plexus pampiniforme. Par de nombreux aspects, elles sont semblables aux veines variqueuses qui se développent dans les jambes. Typiquement, le patient se plaint d'une sensation de tiraillement dans le scrotum et autour du testicule, sensation habituellement aggravée en fin de journée.

Le médecin de famille conseille un traitement chirurgical, avec recommandation pour une chirurgie par incision inguinale.

Une technique chirurgicale simple incise la peau près du ligament inguinal. L'aponévrose du muscle oblique externe est incisée dans la paroi abdominale antérieure pour exposer le cordon spermatique. Une inspection soigneuse du cordon spermatique montre les veines qui sont liées chirurgicalement.

Une autre option est d'emboliser la varicocèle.

Dans cette technique, un petit cathéter est mis en place par la veine fémorale droite. Le cathéter est poussé tout le long de la veine iliaque externe puis de la veine iliaque commune, jusque dans la veine cave inférieure. Le cathéter est alors positionné dans la veine rénale gauche, et un veinogramme est réalisé pour repérer l'orifice de la veine testiculaire gauche. Le cathéter est descendu dans la veine testiculaire gauche, puis dans les veines du canal inguinal et du plexus pampiniforme. Des *coils* (billes métalliques) sont injectés pour occlure les vaisseaux, et le cathéter est retiré.

Le patient demande comment le sang serait drainé du testicule après l'opération.

Bien que les principales veines aient été occluses, de petites veines collatérales courant dans le scrotum et autour de l'enveloppe extérieure du cordon spermatique permettent le drainage sans récidive de la varicocèle.

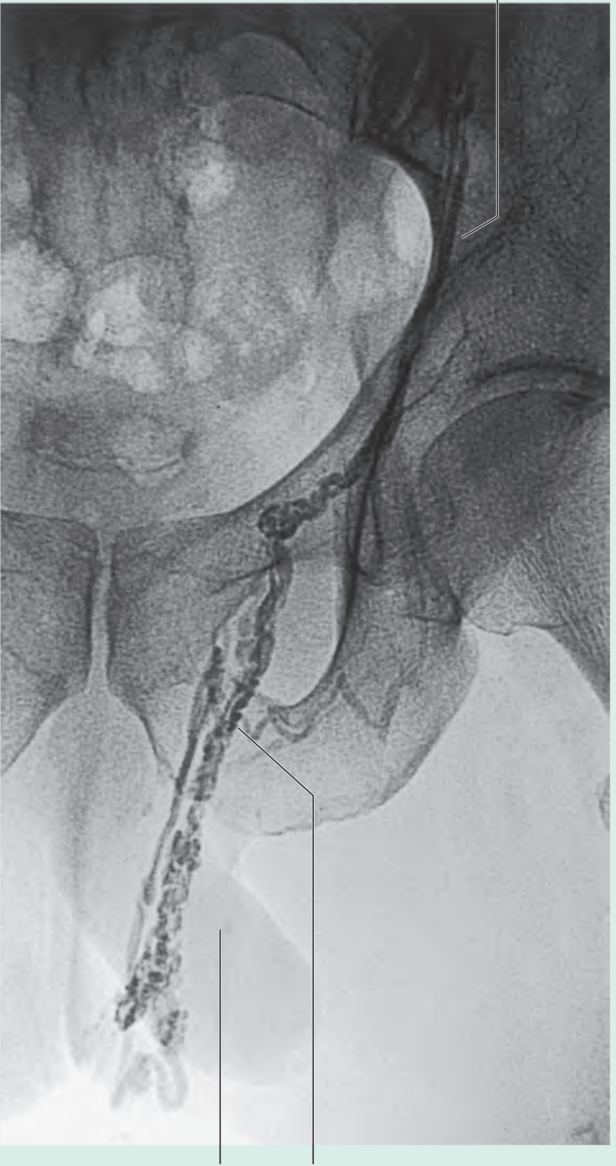


Figure 5.86 Veinogramme testiculaire gauche montrant le plexus veineux pampiniforme.

Cas 2

REIN PELVIEN

Une jeune femme se présente à son médecin de famille avec une douleur modérée de la partie supérieure de l'abdomen. Une échographie montre des lithiases vésiculaires, qui expliquent la douleur de la patiente. Cependant, lorsque le technicien examine le pelvis, il note une masse derrière la vessie, qui a un aspect échographique semblable à un rein (fig. 5.87).

Que fait ensuite l'échographiste ? Ayant visualisé cette masse pelvienne derrière la vessie, l'échographiste évalue les deux reins. La patiente a un rein droit normal. Cependant, le rein gauche n'est pas dans sa position habituelle. Le technicien diagnostique un rein pelvien.

Un rein pelvien peut être expliqué par l'embryologie. Les reins se développent à partir d'une série complexe de structures qui naissent à proximité de la vessie dans le pelvis fœtal. Au fur et à mesure du développement et des changements de fonction des différentes parties des reins, ces derniers prennent position dans la partie supérieure de l'abdomen, près de l'aorte abdominale et de la veine cave inférieure, sur la paroi abdominale postérieure. Un arrêt de développement ou un incident peuvent empêcher le rein d'avoir sa position habituelle. Heureusement, il est inhabituel que des patients se présentent pour des symptômes en rapport avec un rein pelvien.

Cette patiente n'a aucun symptôme attribuable à son rein pelvien et elle quitte l'hôpital.

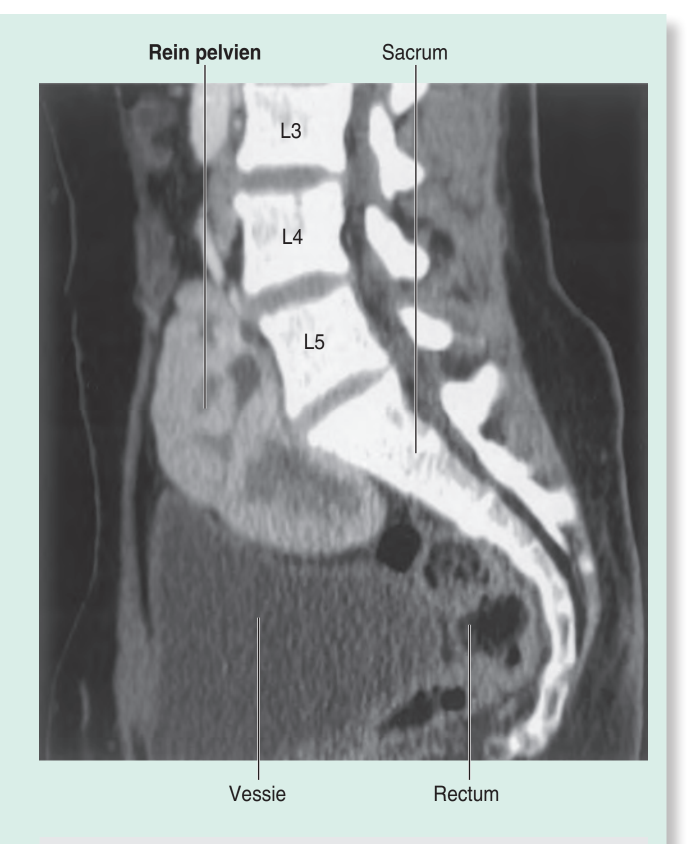


Figure 5.87 Coupe tomodensitométrique sagittale montrant un rein pelvien.



Cas 3

TORSION DE L'OVAIRE

Une femme âgée de 19 ans se présente aux urgences pour une douleur du bas-ventre depuis 36 heures ; cette douleur aiguë, initialement intermittente, est ensuite devenue permanente et sévère. La patiente dit s'être sentie nauséeuse et a vomi à son arrivée aux urgences. Elle n'a pas de diarrhée et a été normalement à la selle 8 heures avant son admission. Elle n'a pas eu de dysurie ; elle est apyrétique, légèrement tachycarde à 95/min et a une pression artérielle normale. Les résultats de la prise de sang montrent une leucocytose modérée à 11,6 × 10^9/l et des tests normaux des fonctions rénales et hépatiques. Elle fait état d'une vie sexuelle active, avec le même partenaire depuis longtemps. Elle n'a jamais été enceinte, et le test urinaire de grossesse est négatif à l'admission.

L'examen physique révèle une sensibilité douloureuse de la fosse iliaque droite avec défense. Au toucher vaginal, une masse sensible est perçue dans la région de l'annexe droite. La patiente passe ensuite une échographie vaginale pour évaluation d'une pathologie annexielle. Cet examen montre un ovaire droit nettement augmenté de volume mesurant 8 cm sur son grand axe avec un stroma échogène et des follicules en périphérie ; il n'y a pas de vascularisation interne au Doppler couleur. Une petite quantité de liquide est présente dans le cul-de-sac de Douglas. Le diagnostic de torsion ovarienne est posé.

La torsion de l'ovaire est l'enroulement de l'ovaire sur son ligament suspenseur, qui contient les vaisseaux artériels, veineux et lymphatiques (constituant ce qu'on appelle le pédicule vasculaire) ; cela compromet la vascularisation sanguine. Au début, la circulation veineuse et lymphatique est interrompue, entraînant un œdème et une augmentation de volume de l'ovaire. Le flux artériel est maintenu car les parois artérielles sont plus épaisses et moins compressibles. Une torsion prolongée provoque une augmentation de la pression intra-ovarienne et aboutit finalement à une thrombose artérielle, une ischémie du tissu ovarien et sa nécrose. Si le bon diagnostic et le traitement sont retardés, la patiente peut présenter un sepsis généralisé.

Les symptômes ne sont pas spécifiques, rendant difficile le diagnostic de torsion de l'ovaire. Il n'y a souvent pas d'antécédents médicaux significatifs.

Lors de l'intervention chirurgicale, l'ovaire droit est hémorragique et nécrotique et son pédicule tordu à 360°. L'ovaire gauche a un aspect normal. Une salpingo-ovariectomie droite a été réalisée et l'examen anatomopathologique a confirmé la nécrose complète de l'ovaire sans aucun tissu ovarien normal résiduel. La patiente a rapidement récupéré après l'intervention chirurgicale.

La torsion ovarienne se rencontre chez des femmes de tous âges, mais la prévalence est plus forte chez celles en âge de reproduction. La torsion d'un ovaire normal est inhabituelle et se voit le plus souvent dans la population adolescente ; des ligaments pelviens allongés, un spasme des trompes de Fallope, des trompes ou un mésosalpinx particulièrement mobiles sont cités comme facteurs favorisants.



Cas 4

COMPRESSION DU NERF SCIATIQUE

Un jeune homme présente une douleur de sa région glutéale droite, à la face postérieure de la cuisse, et le long des faces postérieure et latérale de la jambe. En l'interrogeant davantage, il précise que la douleur irradie aussi sur le bord latéral du pied, particulièrement autour de la malléole latérale.

Les zones douloureuses correspondent aux dermatomes des nerfs de L4 à S3.

Durant les semaines suivantes, le patient commence à développer une faiblesse musculaire, avec une chute du pied.

Ces constatations concordent avec la perte de fonction motrice et les modifications sensitives du nerf fibulaire commun, qui est un rameau terminal du nerf sciatique au membre inférieur.

Un scanner de l'abdomen et du pelvis révèle une masse dans la partie postérieure du côté droit du pelvis. La masse est antérieure au muscle piriforme et voisine du rectum.

Sur le ventre antérieur du muscle piriforme, le nerf sciatique est formé par les racines des nerfs L4 à S3. La masse du pelvis de ce patient comprimait ce nerf, entraînant ses troubles moteurs et sensitifs.

Au cours de l'intervention chirurgicale, la masse fut reconnue comme une tumeur nerveuse bénigne et fut excisée. Ce patient ne présenta plus de déficit neurologique.

Cas 5

OBSTRUCTION DE L'ARTÈRE ILIAQUE COMMUNE GAUCHE

Un homme âgé de 65 ans se présente à l'interne en chirurgie avec une histoire de douleur de la fesse et une impuissance. À l'examen, il a un pouls périphérique diminué sur le pied gauche comparé au droit. L'interrogatoire du patient révèle qu'il présente une sévère douleur de la fesse gauche après avoir marché 100 mètres. Après une courte période de repos, il peut à nouveau marcher 100 mètres avant que les mêmes symptômes réapparaissent. Il signale aussi que, ces dernières années, il a été incapable d'avoir une érection. Il fume beaucoup et ne prend pas de traitement.

La douleur dans la fesse gauche est de nature ischémique. Elle donne une histoire typique liée au manque d'irrigation sanguine des muscles. Une constatation semblable est rencontrée quand des branches musculaires de l'artère fémorale sont occluses ou sténosées. De tels patients développent des douleurs similaires (ischémiques) dans les muscles du mollet, appelées claudication intermittente.

Comment le sang parvient-il aux muscles glutéaux ?

Le sang arrive de la bifurcation aortique puis passe dans les artères iliaques communes, qui se divisent en vaisseaux iliaques interne et externe. L'artère iliaque interne se divise alors en troncs antérieur et postérieur, qui donnent



Cas 5—Suite

naissance à des vaisseaux ; ceux-ci sortent du pelvis en passant parle grand foramen ischiatique et irriguent les muscles glutéaux. L'artère pudendale interne naît aussi du tronc antérieur de l'artère iliaque interne et irrigue le pénis.

Les symptômes du patient surviennent du côté gauche, suggérant qu'une obstruction existe seulement de ce côté.

Comme les symptômes du patient surviennent uniquement du côté gauche, la lésion est vraisemblablement dans l'artère iliaque commune gauche (e-fig. 5.88) ; elle empêche le flux sanguin dans les artères iliaques externe et interne du côté gauche.

« Comment serai-je traité ? » demande le patient.

Le patient est prié d'arrêter de fumer et de commencer un exercice régulier. D'autres options thérapeutiques incluent le déblocage de la lésion en dilatant avec un ballonnet pour rouvrir les vaisseaux, ou par un pontage (*bypass*) prothétique chirurgical.

L'arrêt de la cigarette et un exercice régulier améliorent le périmètre de marche du patient. Le patient choisit la procédure la moins agressive, à savoir la dilatation du vaisseau (angioplastie). Le résultat est satisfaisant ; le patient est capable de marcher sans limite et d'avoir une érection.



e-Figure 5.88 Angiographie aorto-iliaque par soustraction digitale. **A.** Circulation normale. **B.** Artère iliaque commune gauche occluse.



Cas 6

TRAUMATISME IATROGÉNIQUE DE L'URETÈRE

Une femme âgée de 50 ans est admise à l'hôpital pour une résection chirurgicale de l'utérus (hystérectomie) pour cancer. Le chirurgien se propose aussi d'enlever tous les nœuds lymphatiques pelviens et de réaliser une salpingo-ovariectomie (exérèse des trompes utérines et des ovaires). La patiente est préparée pour cette procédure et subit une chirurgie habituelle. Vingt-cinq heures après l'intervention, il est observé que la patiente n'a émis aucune urine et que son abdomen augmente de taille. Une échographie démontre une quantité considérable de liquide dans l'abdomen. Le liquide prélevé dans l'abdomen est testé et se révèle être de l'urine.

Il est conclu que les uretères de la patiente ont été lésés durant l'intervention chirurgicale.

La partie pelvienne de l'uretère chemine en arrière et en bas, en dehors du péritoine pariétal, sur la paroi latérale du pelvis antérieur à l'artère iliaque interne. L'uretère poursuit son trajet jusqu'à un point situé approximativement 2 cm au-dessus de l'épine ischiatique, puis passe en avant et en dedans au-dessus du muscle élévateur de l'anus. Point important : l'uretère adhère intimement au péritoine. La seule structure qui passe entre l'uretère et le péritoine chez l'homme est le conduit déférent. Chez la femme, cependant, comme l'uretère descend sur la paroi pelvienne, il passe au-dessous de l'artère utérine. L'uretère continue très proche du fornix latéral du vagin, en particulier à gauche, et pénètre l'angle postérosupérieur de la vessie. Ce fut à cet endroit que l'uretère fut lésé par inadvertance.

La connaissance de l'anatomie et le diagnostic de la lésion urétérale permettent aux chirurgiens de rétablir la continuité de l'uretère chirurgicalement. La patiente est hospitalisée quelques jours de plus que prévu et a une convalescence paisible.



Cas 7

GROSSESSE ECTOPIQUE

Une femme âgée de 25 ans se présente au service des urgences pour une douleur de sa fosse iliaque droite. La douleur s'est installée rapidement en moins de 40 minutes et s'accompagne de crampes et vomissements. L'interne de chirurgie fait un diagnostic initial d'appendicite.

L'histoire typique d'une appendicite est une douleur au centre de l'abdomen à type de colique (d'intensité croissante et décroissante) qui, en quelques heures, se localise et devient une douleur constante de la fosse iliaque droite. La douleur à type de colique centrale est typique d'une douleur viscérale mal localisée. Lorsque le péritoine pariétal est enflammé, la douleur devient localisée. Bien que cette patiente ait une douleur de la fosse iliaque droite, l'histoire n'est pas typique d'une appendicite (mais il doit être rappelé que les patients peuvent ne pas toujours avoir une histoire classique).

L'interne de chirurgie demande l'avis d'un collègue expérimenté. Ce dernier considère les autres structures qui siègent en fosse iliaque droite comme des causes potentielles de douleur. Ces structures comprennent l'appendice, le cæcum et l'intestin grêle. Une douleur ostéomusculaire et une douleur projetée peuvent aussi être des causes potentielles. Chez la femme, la douleur peut également naître de l'ovaire, de la trompe utérine et de l'utérus. Chez une jeune patiente, les maladies de ces organes sont rares. Une infection et une maladie inflammatoire pelvienne peuvent survenir chez la patiente plus jeune ; elles doivent être prises en considération.

La patiente ne rapporte aucune histoire de ces affections.

Après un interrogatoire plus poussé, cependant, la patiente révèle que sa dernière période menstruelle date de 6 semaines. Le praticien évoque comme cause possible de la douleur abdominale une grossesse en dehors de l'utérus (grossesse ectopique). La patiente est examinée en urgence par échographie abdominale, qui ne révèle ni fœtus ni sac dans l'utérus. Son test de grossesse est positif. La patiente est opérée et une rupture de la trompe utérine est découverte due à une grossesse ectopique.

Dès qu'une patiente se présente avec une douleur pelvienne, il est important de prendre en compte les différences anatomiques liées au sexe. La grossesse ectopique doit toujours être envisagée chez la femme en âge de procréer.



Cas 8

TUMEUR UTÉRINE

Une femme âgée de 35 ans se présente à son médecin de famille pour une sensation de ballonnement et une augmentation du périmètre abdominal. Le médecin de famille examine la partie basse de l'abdomen, et découvre une masse qui s'étend depuis la branche supérieure du pubis jusqu'au niveau de l'ombilic. La limite supérieure de la masse est facilement palpable, mais la limite inférieure apparaît moins bien définie.

Cette patiente a une masse pelvienne.

En examinant la patiente en décubitus dorsal, l'examinateur peut découvrir tout l'abdomen.

L'inspection révèle un bombement du bas de l'abdomen jusqu'à l'ombilic. La palpation révèle une masse dure et légèrement irrégulière, avec des bords supérieurs et latéraux bien nets et un bord inférieur moins net, donnant l'impression que la masse se prolonge dans le pelvis. La lésion est mate à la percussion. L'auscultation ne révèle aucun bruit anormal.

Le médecin se demande quelles structures peuvent être à l'origine de cette masse. En examinant le pelvis, il est important de se rappeler les différences liées au sexe. Le rectum et le côlon, la vessie et la musculature sont communs à l'homme et à la femme. Certains états pathologiques sont aussi communs aux deux sexes, y compris le développement d'abcès pelviens et de collections liquidiennes.

Chez l'homme, la prostate ne peut pas être palpée en transabdominal, et il est extrêmement rare qu'elle grossisse à un tel point si la lésion est bénigne. Un cancer agressif de la prostate peut s'étendre à tout le pelvis, bien que cela soit souvent associé avec une obstruction intestinale et des symptômes vésicaux sévères.

Chez la femme, un certain nombre d'organes peuvent développer de grosses masses : les ovaires (tumeurs solides et kystiques), les résidus embryologiques dans les ligaments larges, et l'utérus (grossesse et fibromes).

Le praticien pose d'autres questions.

Il est toujours important de savoir si la patiente est ou non enceinte (parfois, la grossesse peut être une surprise pour la patiente).

Le test de grossesse de cette patiente est négatif. Après que la patiente a vidé sa vessie, la masse reste inchangée. Le praticien pense que la masse peut être une tumeur bénigne commune de l'utérus (fibrome). Pour confirmer le diagnostic, il obtient une échographie du pelvis, qui prouve que la masse naît de l'utérus.

La patiente est adressée à un gynécologue, et après une longue discussion tenant compte de sa symptomatologie, de la fertilité et des risques, le praticien et la patiente concluent qu'une hystérectomie (ablation chirurgicale de l'utérus) serait un traitement approprié.

La patiente prend conseil auprès de plusieurs gynécologues, qui tous sont d'accord sur l'option chirurgicale.

Le fibrome est enlevé sans complication.




Cas 9

FIBROMES UTÉRINS

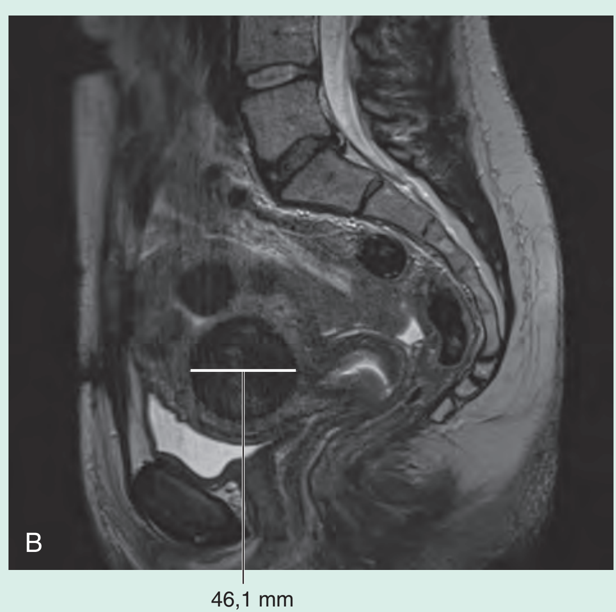
Une femme de 52 ans est adressée à un gynécologue. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) a montré la présence de fibromes utérins. Après une longue discussion prenant en compte sa symptomatologie, sa fertilité, et les complications possibles, on lui a donné le choix entre une hystérectomie (ablation chirurgicale de l'utérus) ou une embolisation de l'artère utérine.

L'embolisation de l'artère utérine est une technique où un radiologue interventionnel utilise un cathéter pour injecter de petites particules dans les artères utérines. Cela réduit l'irrigation sanguine des fibromes et entraîne leur diminution de volume.

La patiente opta pour l'embolisation de l'artère utérine.

Une IRM réalisée 6 mois après cette embolisation montra une bonne réduction de la taille des fibromes (e-fig. 5.89).





e-Figure 5.89 IRM coupe sagittale de la cavité pelvienne. **A.** Mesure d'un fibrome avant embolisation de l'artère utérine. **B.** Mesure d'un fibrome 6 mois après embolisation. La taille du fibrome a diminué.

6

Membre inférieur

Fabrice Duparc, Jacques Duparc

Vue globale

INTRODUCTION

Le membre inférieur est directement attaché au squelette axial par l'articulation sacro-iliaque et par de solides ligaments qui unissent l'os coxal au sacrum. Il est séparé de l'abdomen, du rachis et du périnée par une ligne continue (fig. 6.1) qui :

- s'étend du tubercule pubien à l'épine iliaque antérosupérieure (insertions du ligament inguinal) et se continue le long de la crête iliaque jusqu'à l'épine iliaque postérosupérieure séparant le membre inférieur des parois antérieure et latérale de l'abdomen ;
- descend entre le massif iliaque postérieur et la face dorsolatérale du sacrum jusqu'au coccyx séparant le membre inférieur des muscles spinaux ;
- rejoint le bord interne de la tubérosité ischiatique, la branche ischiopubienne et la symphyse pubienne, séparant le membre inférieur du périnée.

Le membre inférieur comporte la région glutéale, la région crurale ou cuisse, la jambe et le pied. La division en régions dépend des principales articulations et de repères cutanés précis (fig. 6.2).

- la **région glutéale (fessière)** est postérolatérale, située entre la crête iliaque et le pli cutané glutéal qui détermine la limite inférieure de la fesse ;
- la cuisse, dans sa partie antérieure, est située entre le ligament inguinal et l'articulation du genou. L'articulation de la hanche est située juste au-dessous du tiers moyen du ligament inguinal.

Sa partie postérieure est située entre le pli glutéal et le genou ;

- la **jambe** est située entre le genou et l'articulation de la cheville ;
- le **pied** prolonge la cheville.

Le trigone fémoral (triangle de Scarpa), la fosse poplitée et la face postéro-interne de la cheville sont des zones importantes de transition traversées par des structures vasculaires, nerveuses et tendineuses essentielles (fig. 6.3).

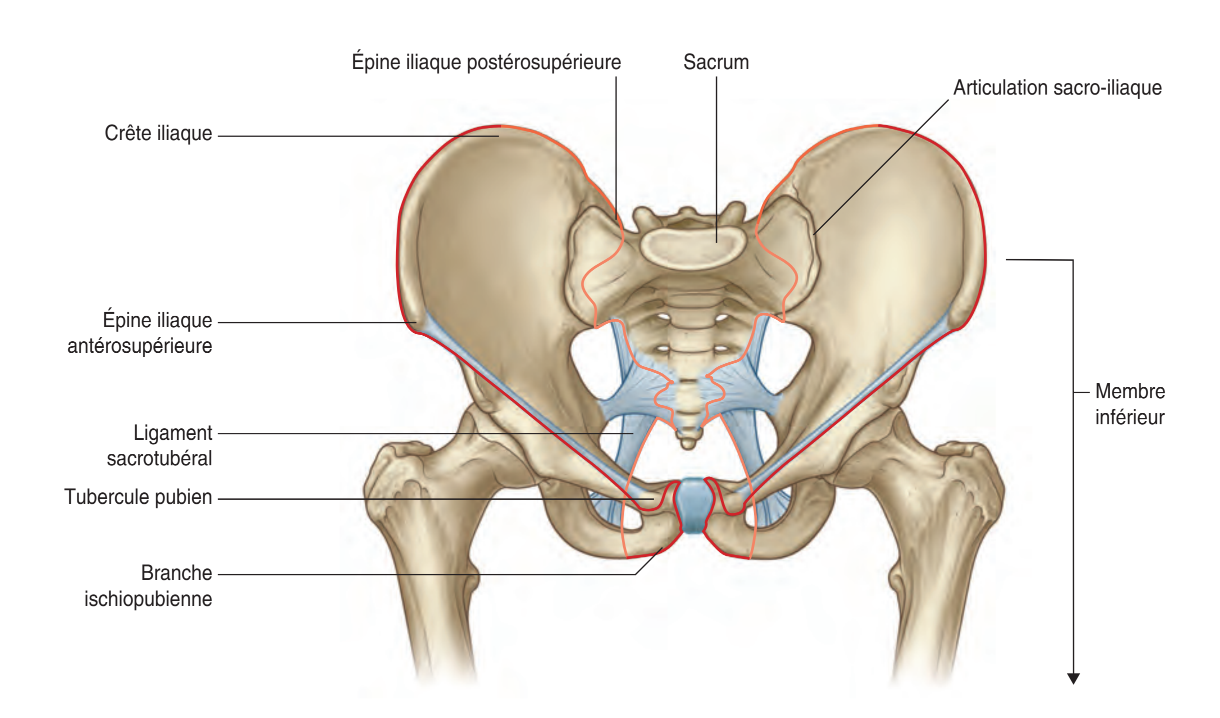


Figure 6.1 Limites supérieures du membre inférieur.

Figure 6.2 Régions anatomiques du membre inférieur.

Le **trigone fémoral** est une dépression de forme pyramidale formée par les muscles de la région proximale de la cuisse et par le ligament inguinal qui constitue la base du trigone. La vascularisation majeure du membre inférieur et l'un des nerfs essentiels du membre inférieur (le nerf fémoral) venant de l'abdomen pénètrent dans le trigone en passant sous le ligament inguinal.

La **fosse poplitée** est située à la partie postérieure du genou et a une forme de losange délimité par les muscles de la cuisse et de la jambe. Les principaux vaisseaux et les nerfs passent de la cuisse à la jambe en traversant la fosse poplitée.

La plupart des nerfs, des vaisseaux et des tendons qui vont de la jambe au pied passent à travers une série de canaux regroupés sous le nom de canal tarsien à la face postéromédiale de la cheville. Les canaux sont formés par le squelette et le rétinaculum des fléchisseurs qui maintiennent les tendons en place.

FONCTIONS

Support du poids du corps

La fonction primaire du membre inférieur est de supporter le poids du corps avec un minimum de dépense énergétique. En position verticale, le centre de gravité est situé en avant du bord antérieur de la vertèbre SII au niveau du pelvis (fig. 6.4). La ligne verticale – les hanches et les genoux étant en extension – tracée à partir du centre de gravité est très légèrement postérieure aux articulations des hanches et antérieure aux articulations des genoux et des chevilles ; elle se projette au niveau de la surface presque circulaire formée par les pieds sur le sol.

Les ligaments de la hanche et des genoux et la forme des surfaces articulaires, notamment des genoux, permettent le « verrouillage » de ces articulations en station verticale,

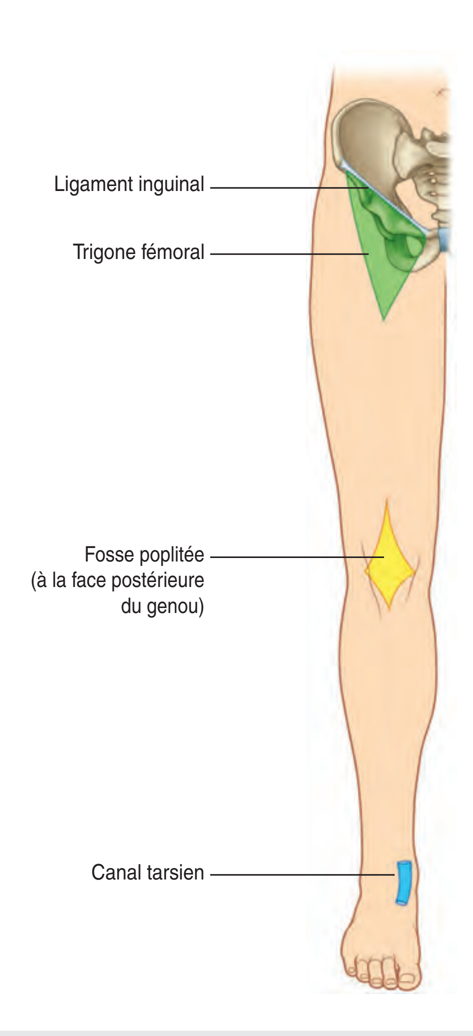


Figure 6.3 Zones de transition.

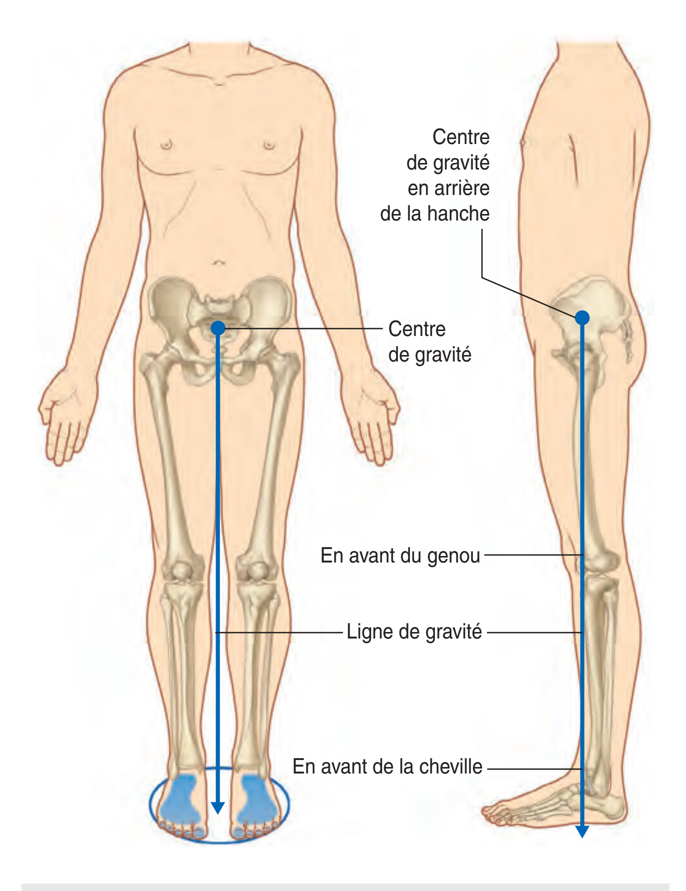


Figure 6.4 Centre et ligne de gravité.

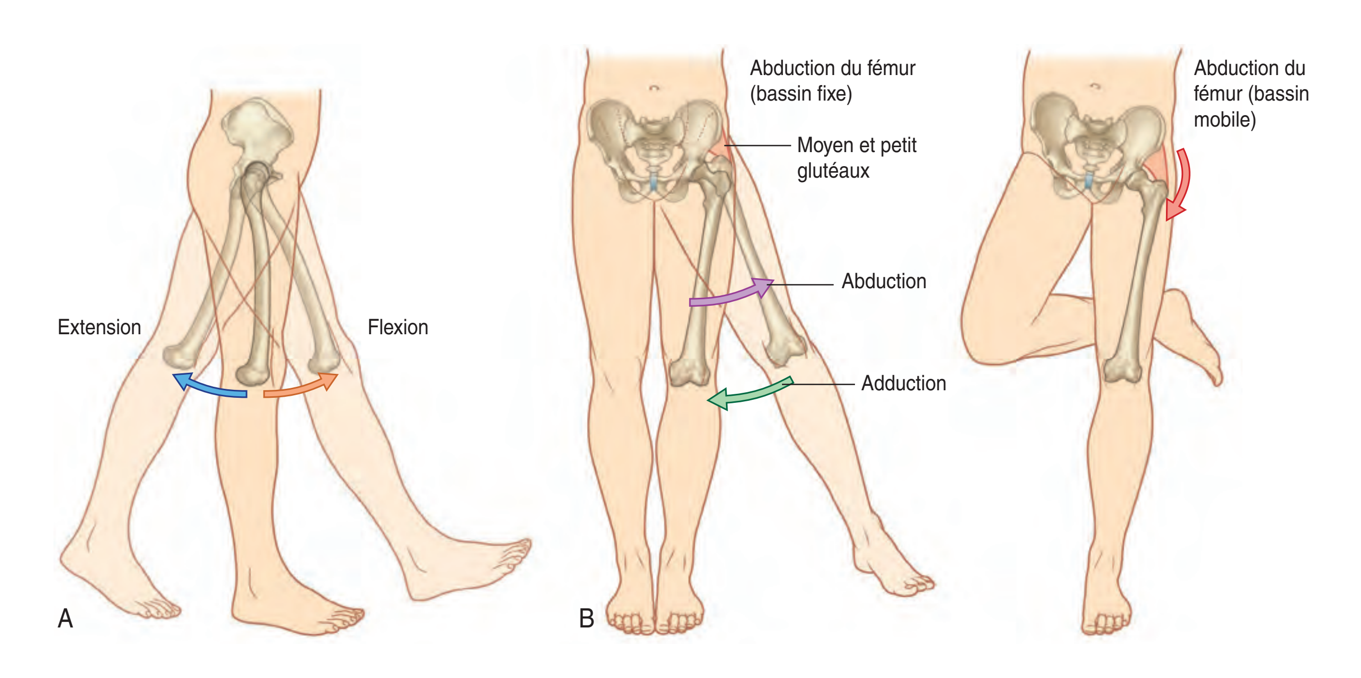


Figure 6.5 Mouvements de la hanche. **A.** Flexion et extension. **B.** Abduction et adduction.

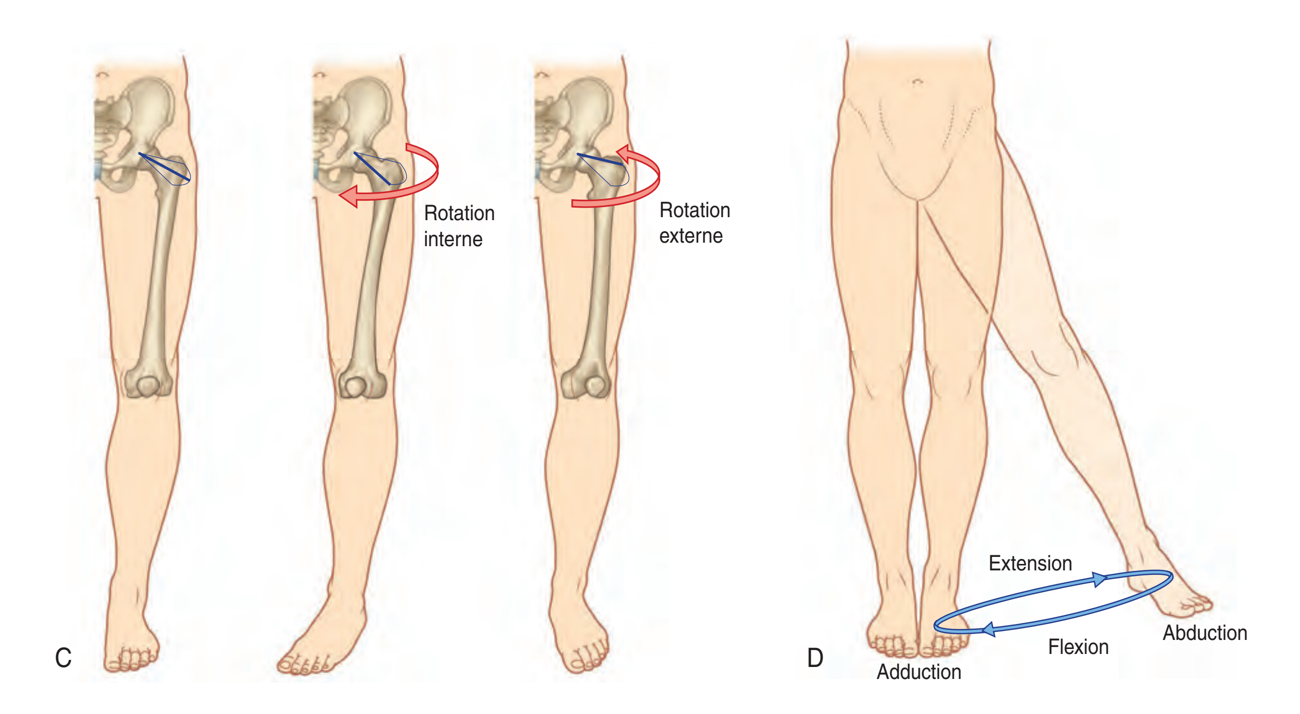


Figure 6.5. Suite. Mouvements de la hanche. **C.** Rotation externe et interne. **D.** Circumduction.

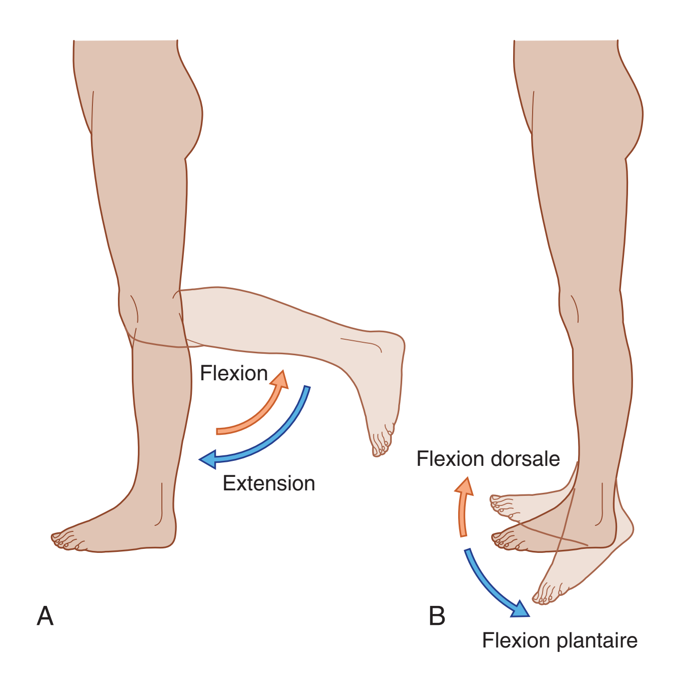


Figure 6.6 Mouvements du genou et de la cheville. **A.** Flexion et extension du genou. **B.** Flexions plantaire et dorsale de la cheville.

réduisant la dépense énergétique musculaire qui serait nécessaire au maintien de la position verticale.

Locomotion

Une seconde fonction majeure du membre inférieur est de permettre au corps de se mouvoir dans l'espace. Cette fonction implique la participation des mobilités de toutes les articulations du membre inférieur pour poser le pied sur le sol et assurer le mouvement du corps par rapport au pied.

Les mouvements de la hanche sont la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction, les rotations médiale et latérale, et la circumduction (fig. 6.5)

Le genou et la cheville sont des articulations charnières. Les mouvements du genou sont principalement la flexion et l'extension (fig. 6.6A). Les mouvements de la cheville sont la flexion dorsale (extension ; mouvement qui rapproche le dos du pied de la jambe) et la flexion plantaire (fig. 6.6B).

Au cours de la marche, de nombreux éléments anatomiques du membre inférieur contribuent à réduire les modifications du centre de gravité. Ils réduisent ainsi la quantité d'énergie nécessaire pour assurer la marche et une déambulation efficace et régulière (fig. 6.7). Ces variations sont la bascule du bassin dans le plan frontal, la rotation du bassin dans le plan horizontal, les mouvements des genoux vers la ligne médiane, la flexion des genoux et les interactions complexes des hanches, des genoux et des chevilles. Lors de la marche, le centre de gravité du corps ne se déplace ainsi pas plus de 5 cm à la fois dans le sens vertical et latéral.

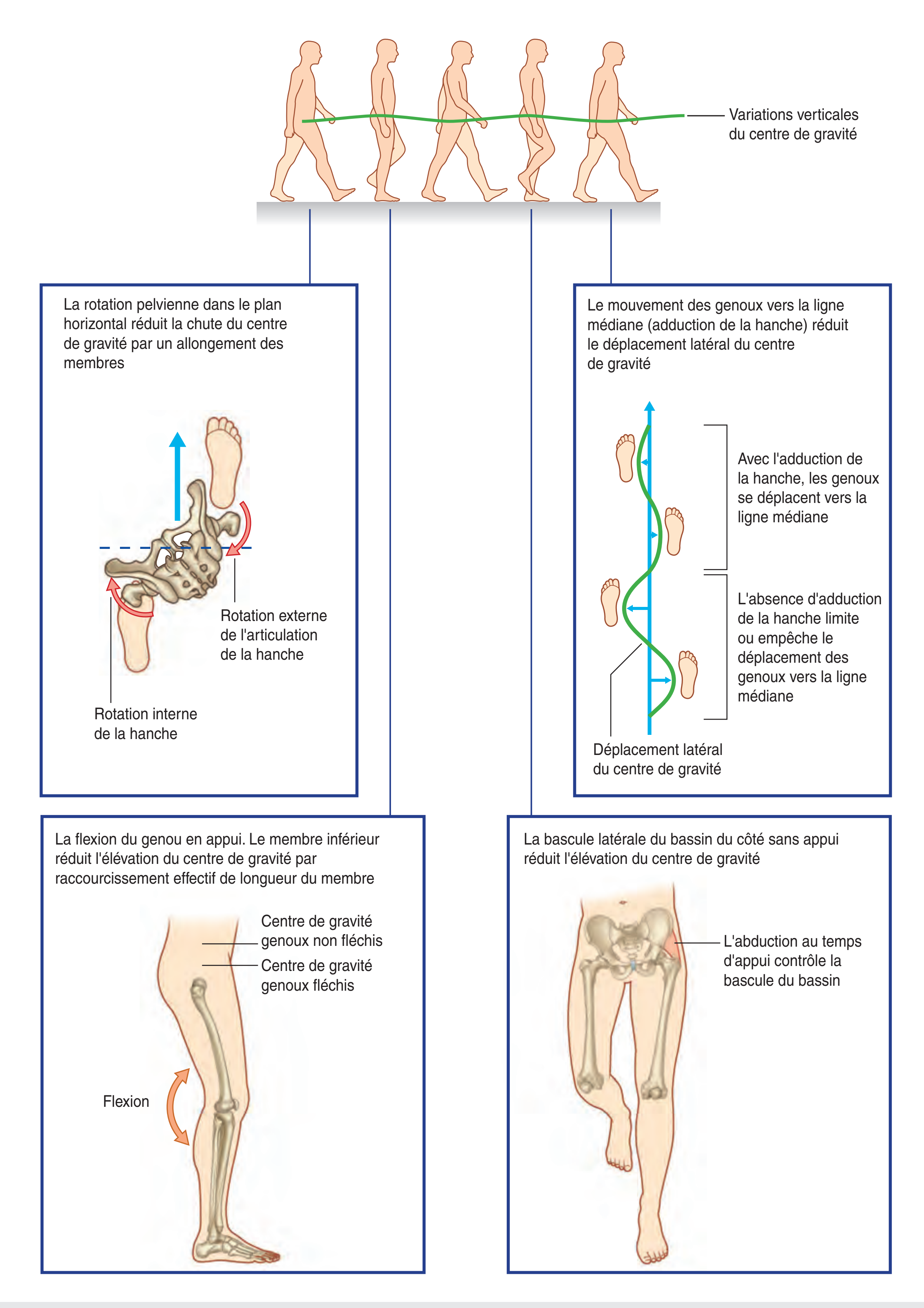


Figure 6.7 Quelques-uns des éléments déterminants de la marche.



ÉLÉMENTS ANATOMIQUES

Squelette et articulations

Les os de la région glutéale et de la cuisse sont l'os coxal et le fémur (fig. 6.8). La tête fémorale en forme de sphère et l'acétabulum forment l'articulation de la hanche.

Le fémur est l'os de la cuisse. Son extrémité distale forme une articulation portante majeure en s'articulant avec le tibia au niveau du genou. Elle s'articule aussi en avant avec la patella. La patella est le plus important sésamoïde du corps et est incluse dans le tendon quadricipital.

L'articulation entre le fémur et le tibia est la principale articulation du genou, mais l'articulation entre le fémur et la patella partage la même cavité articulaire. Bien que les principaux mouvements du genou soient la flexion et l'extension, l'articulation du genou a aussi des mouvements de rotation du tibia par rapport au fémur. La rotation contribue au « verrouillage » du genou lorsqu'il est en extension complète, notamment dans la station debout.

La jambe comprend deux os :

- le tibia en situation médiale est plus important que la fibula qui est latérale. Le tibia est l'os porteur ;
- la fibula ne participe pas à l'articulation du genou et forme la partie externe de la cheville. À son extrémité supérieure, la fibula s'articule avec la face inférolatérale de la tête du tibia (articulation tibiofibulaire supérieure).

Le tibia et la fibula sont unis sur toute leur longueur par une membrane interosseuse et, à leur extrémité distale, par l'articulation tibiofibulaire inférieure qui autorise une mobilité légère entre les deux os. Les surfaces distales du tibia et de la fibula délimitent une cavité profonde (mortaise tibiofibulaire). La cheville est formée par cette cavité et par un os du tarse (le talus) qui comble la cavité. La cheville a son maximum de stabilité en flexion dorsale.

Les os du pied comprennent les os du tarse, les métatarsiens et les phalanges (fig. 6.9). Les sept os du tarse sont disposés en deux rangées avec un os intermédiaire entre les deux rangées sur le bord médial. L'inversion et l'éversion du pied sont obtenues par la torsion du pied portant la plante du pied en dedans (inversion) ou en dehors (éversion). Ce sont des mouvements qui se situent dans les articulations situées entre les os du tarse.

Les articulations tarsométatarsiennes unissant les os du tarse et les métatarsiens permettent des mouvements réduits de glissement.

Les mouvements indépendants des métatarsiens sont limités par le ligament métatarsien transverse profond qui unit les têtes métatarsiennes distales au niveau des articulations métatarsophalangiennes. Il y a un métatarsien pour chacun des cinq orteils, et chaque orteil a trois phalanges, à l'exception de l'hallux qui n'en a que deux.

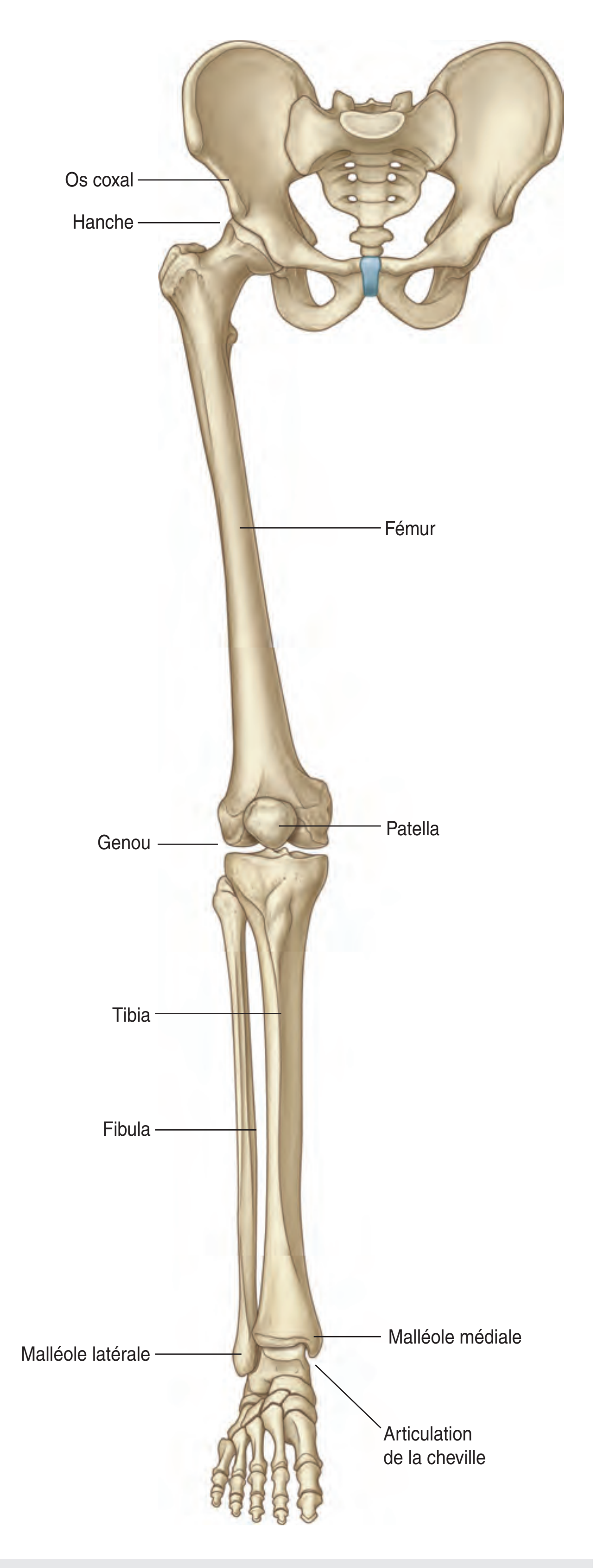


Figure 6.8 Os et articulations du membre inférieur.

Les articulations métatarsophalangiennes permettent la flexion, l'extension, l'abduction et l'adduction des orteils, mais la mobilité est plus réduite qu'au niveau de la main.

Les articulations interphalangiennes sont des articulations charnières permettant flexion et extension.

Les os du pied ne sont pas dans un seul plan qui leur permettrait de reposer à plat sur le sol. Les métatarsiens et les os du tarse forment deux arches (fig. 6.10) : longitudinale et transversale. L'arche longitudinale, sur le bord médial du pied, est la plus grande. Les arches sont souples et sont maintenues par des muscles et des ligaments. Elles absorbent et transmettent les forces durant la marche et la station debout.

Muscles

Les muscles de la région glutéale sont de façon prépondérante des extenseurs, des rotateurs et des abducteurs de la hanche (fig. 6.11). En plus de leur action sur la cuisse, le bassin étant fixe, ces muscles contrôlent les mouvements du bassin liés à la fonction du membre inférieur soit au temps d'appui, soit au temps de suspension durant la marche.

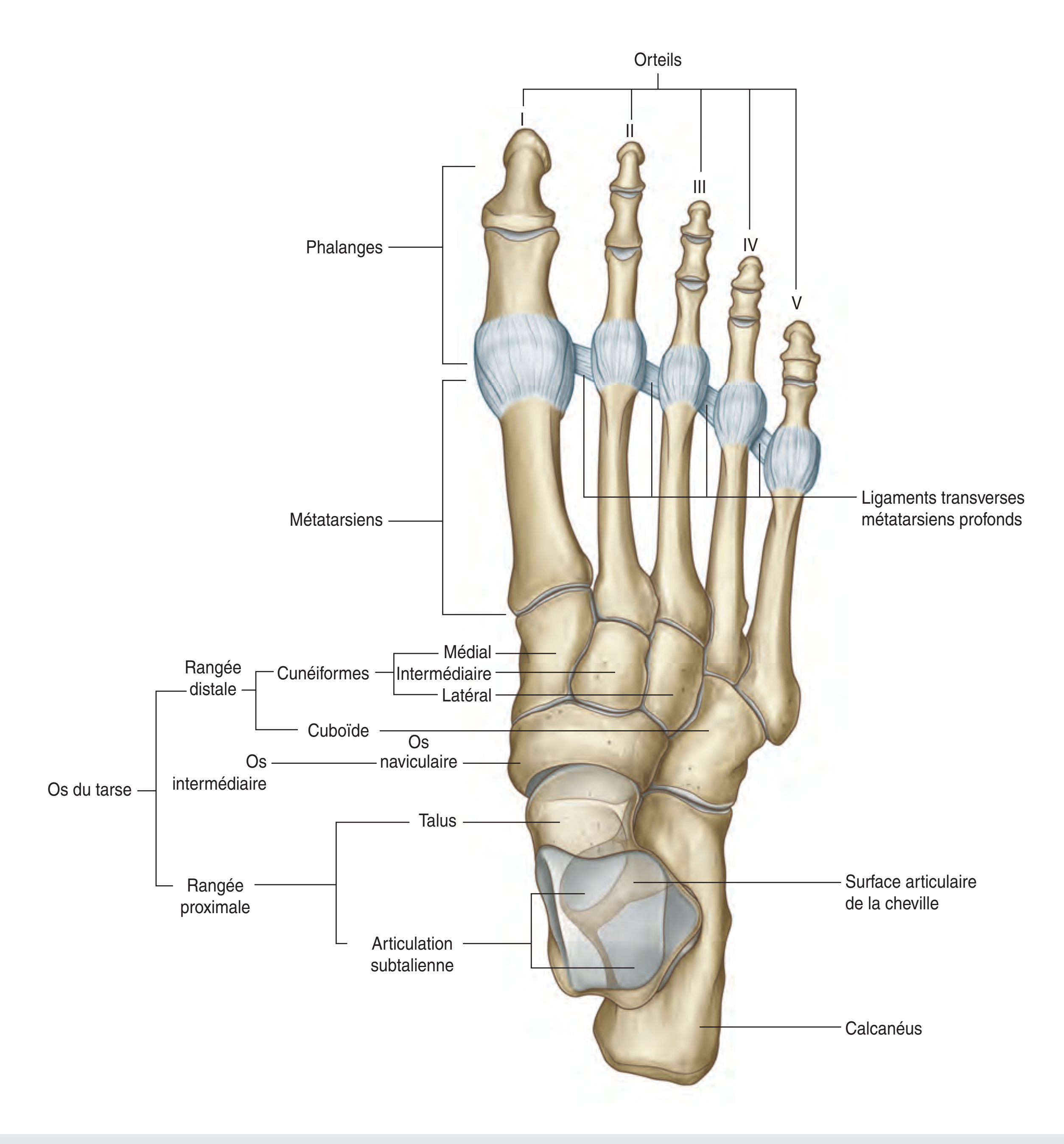


Figure 6.9 Os du pied.



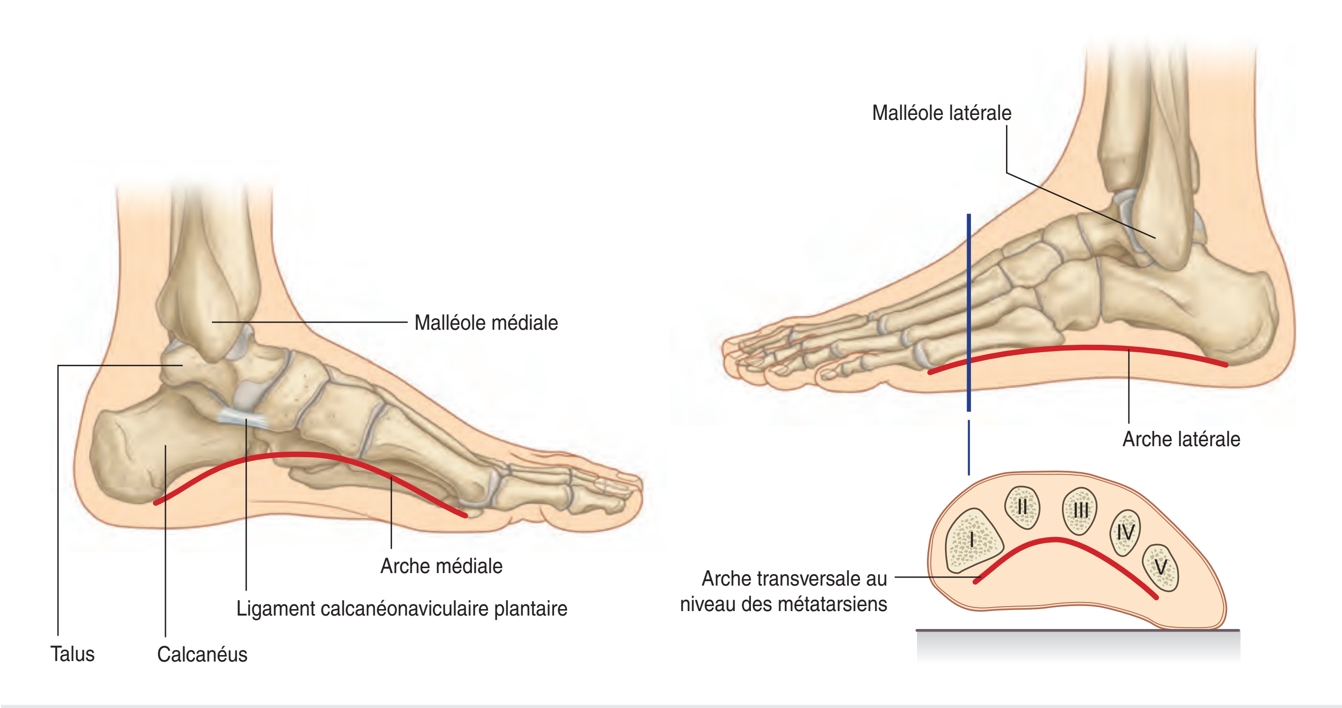


Figure 6.10 Arches longitudinale et transversale du pied.

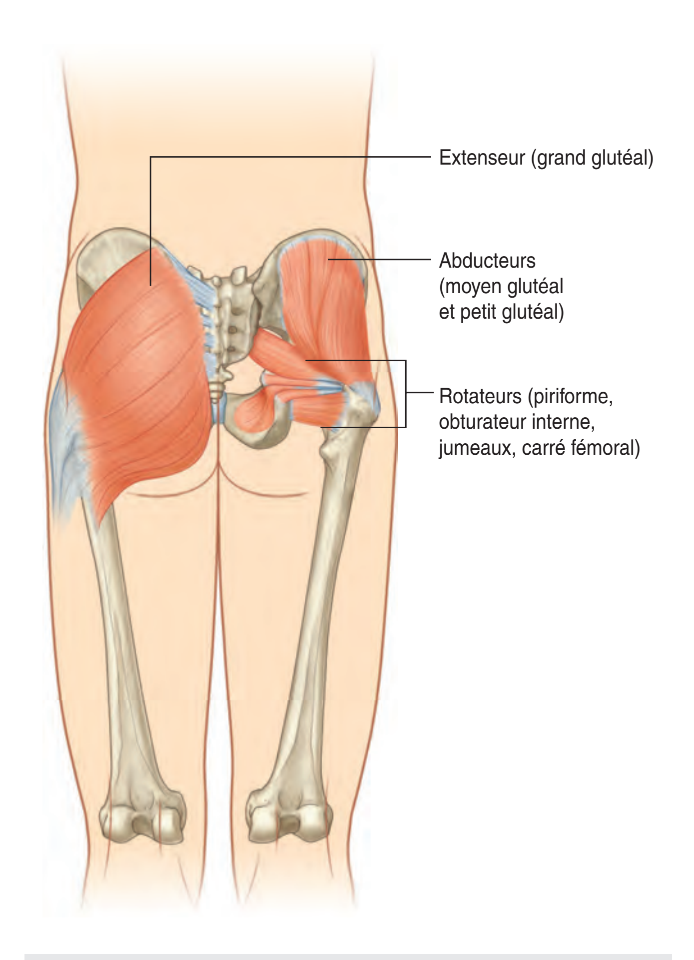


Figure 6.11 Muscles de la région glutéale.

Muscle psoas
Muscle iliaque
Fléchisseurs de la hanche (iliopsoas)
Ligament inguinal

Figure 6.12 Principaux fléchisseurs de la hanche.

Les principaux muscles fléchisseurs de la hanche (muscle iliopsoas, muscle grand psoas et muscle iliaque) ne s'insèrent pas dans la région glutéale ou à la cuisse mais viennent de la paroi postérieure de l'abdomen et passent sous le ligament inguinal pour se fixer à l'extrémité supérieure du fémur (fig. 6.12).

Les muscles de la cuisse et de la jambe sont divisés en trois compartiments par des fascias, des os et des ligaments (fig. 6.13).

À la cuisse, on distingue trois compartiments musculaires : médial (adducteurs de la hanche), antérieur (extenseurs du genou) et postérieur (fléchisseurs du genou) :

- la plupart des muscles du compartiment médial agissent sur la hanche ;
- les muscles du compartiment postérieur (les ischiojambiers) agissent comme des extenseurs de la hanche et comme des fléchisseurs du genou, car ils s'insèrent à la fois sur l'os coxal et sur les os de la jambe ;
- les muscles du compartiment antérieur (quadriceps fémoral) sont essentiellement des extenseurs du genou.

Les muscles de la jambe sont divisés en trois compartiments : latéral (fibulaire), antérieur et postérieur :

- les muscles du compartiment fibulaire sont des éverseurs du pied ;
- les muscles du compartiment antérieur fléchissent dorsalement le pied et étendent les orteils ;
- les muscles du compartiment postérieur permettent la flexion plantaire active du pied et la flexion des orteils. Un de ces muscles peut aussi fléchir le genou par ses attaches supérieures au fémur.

Des muscles spécifiques dans chacun des trois compartiments de la jambe fournissent les supports dynamiques des arches du pied.

Les muscles situés entièrement dans le pied (muscles intrinsèques) modifient les forces et les fonctions des tendons allant aux orteils venant de la jambe. Ils assurent un support dynamique à l'arche longitudinale du pied lors de la marche, particulièrement lors de l'élévation du corps en avant sur le membre d'appui juste avant que les orteils quittent le sol.

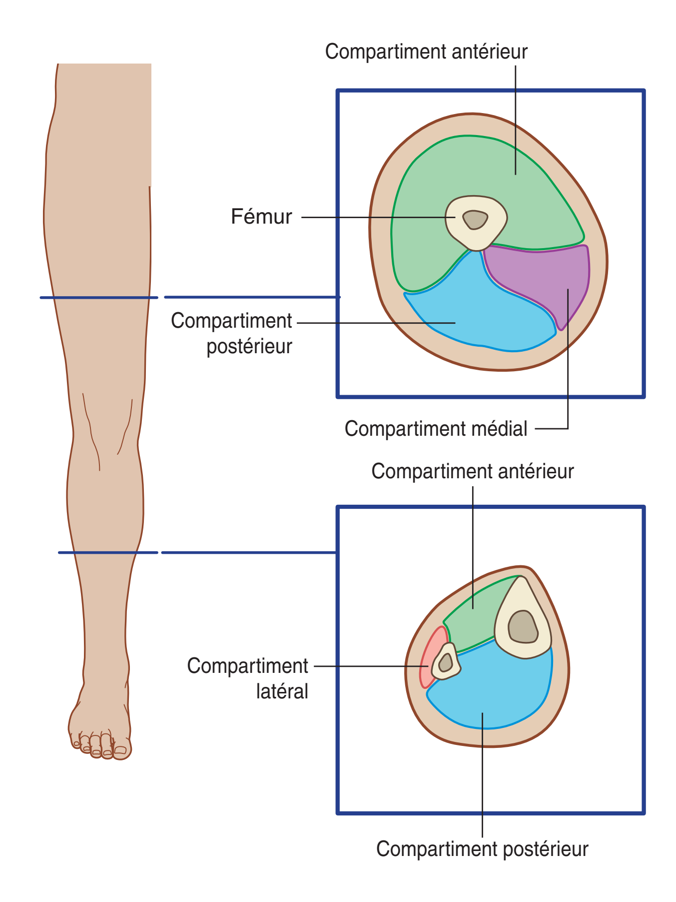


Figure 6.13 Compartiments musculaires de la cuisse et de la jambe.

RAPPORTS AVEC LES AUTRES RÉGIONS

À la différence du membre supérieur où la plupart des éléments neurovasculaires vont du cou au membre supérieur à travers un unique chemin, au membre inférieur il y a quatre entrées et sorties principales entre le membre inférieur, l'abdomen, le pelvis et le périnée (fig. 6.14). Ce sont :

- l'espace entre le ligament inguinal et l'os coxal ;
- la grande incisure ischiatique ;
- le canal obturateur (à la partie haute du foramen obturé) ;
- la petite incisure ischiatique.

Abdomen

Le membre inférieur communique directement avec l'abdomen par l'espace entre l'os coxal et le ligament inguinal (fig. 6.14). Les éléments concernés sont :



- les muscles : le muscle grand psoas, le muscle iliaque et le muscle pectiné ;
- les nerfs : le nerf fémoral et les rameaux fémoraux du nerf génitofémoral, les nerfs cutanés de la cuisse ;
- les vaisseaux : artère et veine fémorales ;
- les lymphatiques.

L'espace entre l'os coxal et le ligament inguinal est une zone de faiblesse de la paroi abdominale. On peut noter des protrusions anormales du contenu de la cavité abdominale vers la cuisse (hernie fémorale). Ce type de hernie survient habituellement au niveau du passage des vaisseaux lymphatiques à travers le canal fémoral.

Pelvis

Des éléments anatomiques contenus dans le pelvis communiquent avec le membre inférieur par deux orifices principaux (fig. 6.14).

En arrière, les vaisseaux, les nerfs et les muscles communiquent avec la région glutéale par la grande incisure ischiatique. Ce sont :

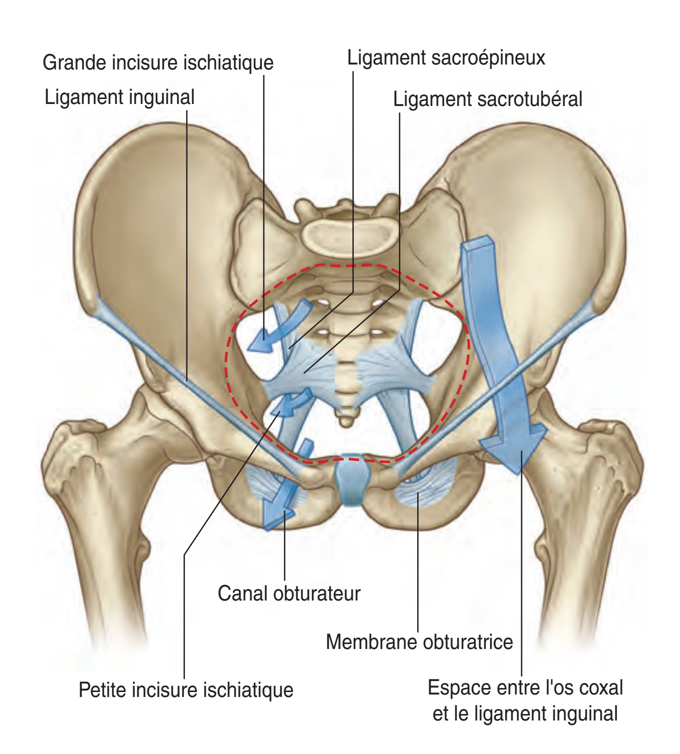


Figure 6.14 Ouvertures et communications entre le membre inférieur et les autres régions.

- le muscle piriforme ;
- le nerf ischiatique et les nerfs glutéaux supérieur et inférieur, et le nerf pudendal ;
- les vaisseaux suivants : les artères glutéales supérieure et inférieure et leurs veines satellites ainsi que l'artère pudendale interne.

Le nerf ischiatique est le plus volumineux nerf périphérique du corps et constitue le nerf principal du membre inférieur.

En avant, le nerf obturateur et les vaisseaux sortent du pelvis à travers le canal obturateur. Ce canal est formé par la partie haute du foramen obturé et la membrane obturatrice qui ferme la plus grande partie du foramen durant la vie.

Périnée

Les éléments anatomiques allant du périnée vers la région glutéale traversent la petite incisure ischiatique (fig. 6.14). L'élément le plus important est le tendon du muscle obturateur interne.

Le nerf et l'artère du périnée (artère pudendale interne et nerf pudendal interne) sortent du pelvis par la grande incisure ischiatique et pénètrent dans la région glutéale, puis contournent immédiatement l'épine ischiatique (ou sciatique) et le ligament sacroépineux pour retourner par la petite incisure ischiatique dans le périnée.

POINTS CLÉS

Innervation par les nerfs spinaux lombaux et sacraux

L'innervation motrice et sensitive du membre inférieur est assurée par des nerfs périphériques issus des plexus lombal et sacral venus des parois postérieures de l'abdomen et du pelvis. Ces plexus sont formés par les rameaux antérieurs des nerfs spinaux L1 à L3 et par la plupart des rameaux de L4 (plexus lombal) et de L4 à S5 (plexus sacral).

Les nerfs venus des plexus lombal et sacral destinés au membre inférieur comportent des fibres issues de la moelle spinale de L1 à S3 (fig. 6.15). Les nerfs des segments sacraux les plus inférieurs innervent le périnée. Les nerfs sortent de l'abdomen et du pelvis à travers différents orifices et foramens et pénètrent dans le membre inférieur. Une conséquence de cette innervation est que les nerfs lombaux et les premiers nerfs sacraux peuvent être testés cliniquement par l'examen

du membre inférieur. De plus, les signes cliniques (tels que douleurs, sensations de fourmillements, paresthésies et fibrillations musculaires) liés à l'atteinte des nerfs spinaux (par exemple par une hernie discale intervertébrale de la région lombale) se manifestent au niveau du membre inférieur.

Les dermatomes du membre inférieur sont illustrés par la figure 6.16. Les régions peuvent être testées par l'étude des sensibilités cutanées. Les zones de sensibilité sont pratiquement autonomes et les chevauchements sont rares et toujours limités. Ces dermatomes sont :

- au niveau du ligament inguinal : L1 ;
- à la face externe de la cuisse : L2 ;
- à la partie inférieure et médiale de la cuisse : L3 ;
- au bord médial de l'hallux : L4 ;
- au bord latéral du 2e orteil : L5 ;
- au 5e orteil : S2 ;
- à la face postérieure de la cuisse : S2 ;
- au niveau du pli glutéal : S3.

Les dermatomes de S4 et S5 sont testés au niveau du périnée.

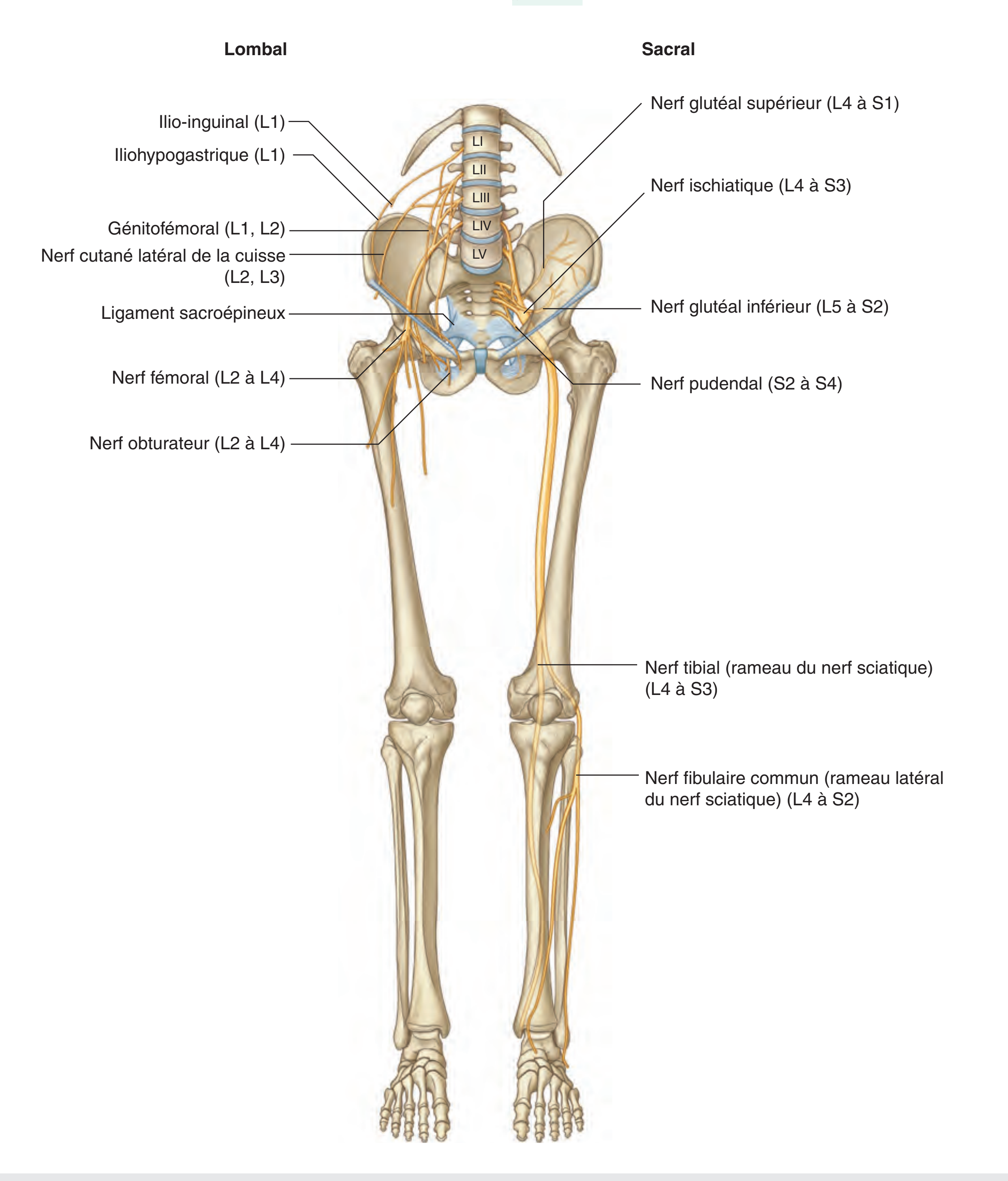


Figure 6.15 Innervation du membre inférieur.



Des mouvements articulaires spécifiques sont utilisés pour tester les myotomes (fig. 6.17). Par exemple :

- la flexion de la hanche est contrôlée par les racines de L1 et L2 ;
- l'extension du genou est contrôlée principalement par L3 et L4 ;
- la flexion du genou est contrôlée essentiellement par les racines L5 à S2 ;
- la flexion plantaire du pied est contrôlée en majorité par S1 et S2 ;
- l'adduction des orteils est contrôlée par S2 et S3.

Chez un sujet inconscient, les sensibilités somatiques et les fonctions motrices somatiques des nerfs spinaux peuvent être testées par la recherche des réflexes tendineux :

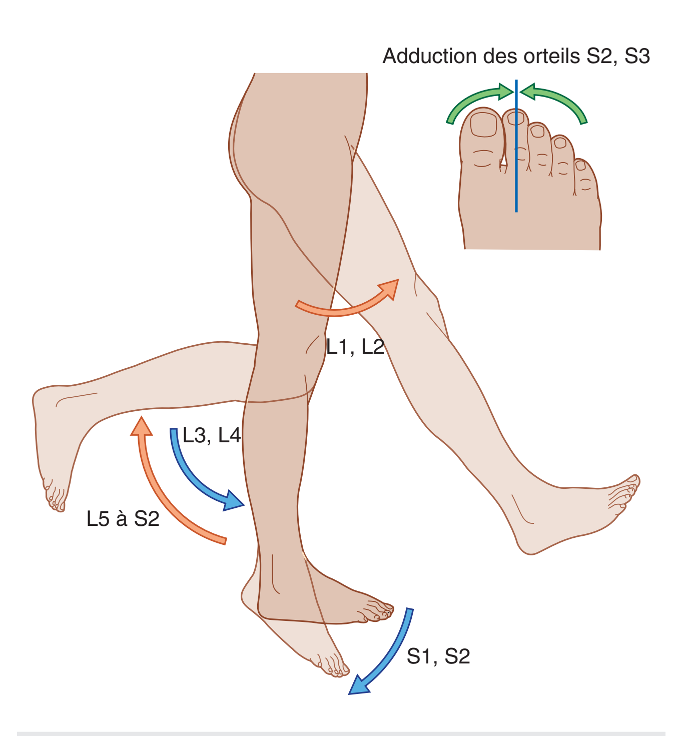


Figure 6.17 Mouvements dépendant des myotomes.

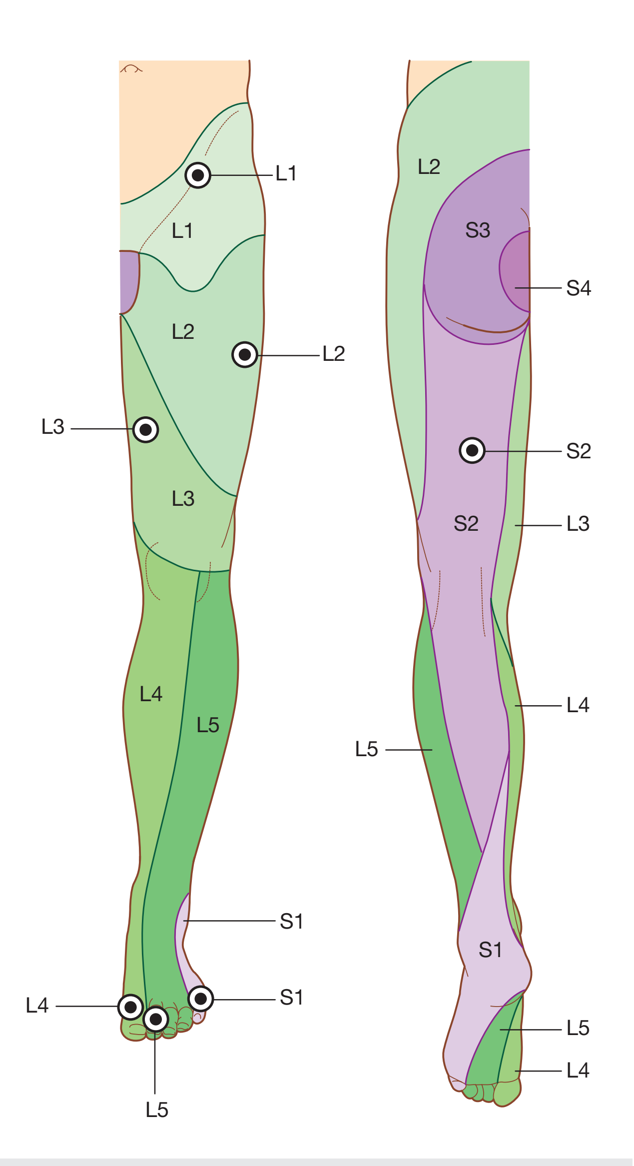


Figure 6.16 Dermatomes du membre inférieur. Les points indiquent les zones autonomes ayant un chevauchement d'innervation minimal.

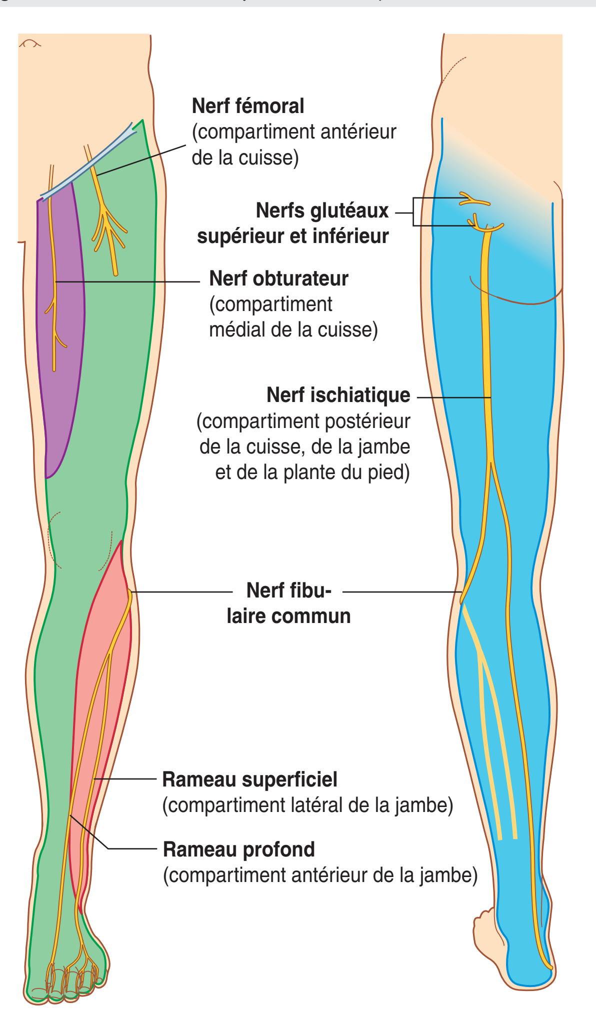


Figure 6.18 Principaux nerfs du membre inférieur (les couleurs indiquent les régions d'innervation motrice).

- une légère percussion du ligament patellaire au niveau du genou teste les racines spinales L3 et L4 ;
- une légère percussion du tendon calcanéen à la cheville teste les racines S1 et S2.

Chacun des muscles du groupe musculaire principal du membre inférieur est innervé par un ou plusieurs des nerfs principaux issus des plexus lombal et sacral (fig. 6.18) :

- les muscles de la région glutéale sont innervés par les nerfs glutéaux supérieur et inférieur ;
- la plupart des muscles du compartiment antérieur de la cuisse sont innervés par le nerf fémoral, à l'exception du tenseur du fascia lata qui est innervé par le nerf glutéal supérieur ;
- la plupart des muscles du compartiment interne sont innervés essentiellement par le nerf obturateur, à l'exception du pectiné qui est innervé par le nerf fémoral et d'une partie du grand adducteur qui est innervée par le nerf ischiatique ;
- la plupart des muscles du compartiment postérieur de la cuisse et de la jambe ainsi que de la plante du pied sont innervés par le rameau tibial du nerf ischiatique, à l'exception de la courte portion du biceps fémoral à la face postérieure de la cuisse, qui est innervée par le nerf fibulaire commun, rameau du nerf ischiatique ;
- les compartiments antérieur et latéraux de la jambe et les muscles du dos du pied sont innervés par le nerf fibulaire commun.

En plus de l'innervation des muscles, chacun des nerfs périphériques venus des plexus lombal et sacral comporte des fibres sensitives destinées à des régions cutanées (fig. 6.19). La sensibilité de ces zones peut être utilisée pour tester les lésions des nerfs périphériques :

- le nerf fémoral innerve la peau de la face antérieure de la cuisse et la face médiale de la jambe ainsi que le côté médial de la cheville ;
- le nerf obturateur innerve la face médiale de la cuisse ;
- le nerf tibial, branche de division terminale du nerf ischiatique, innerve les deux faces de la cheville et du pied ;
- le nerf fibulaire commun, également branche de division terminale du nerf ischiatique, innerve la face latérale de la jambe et le dos du pied.

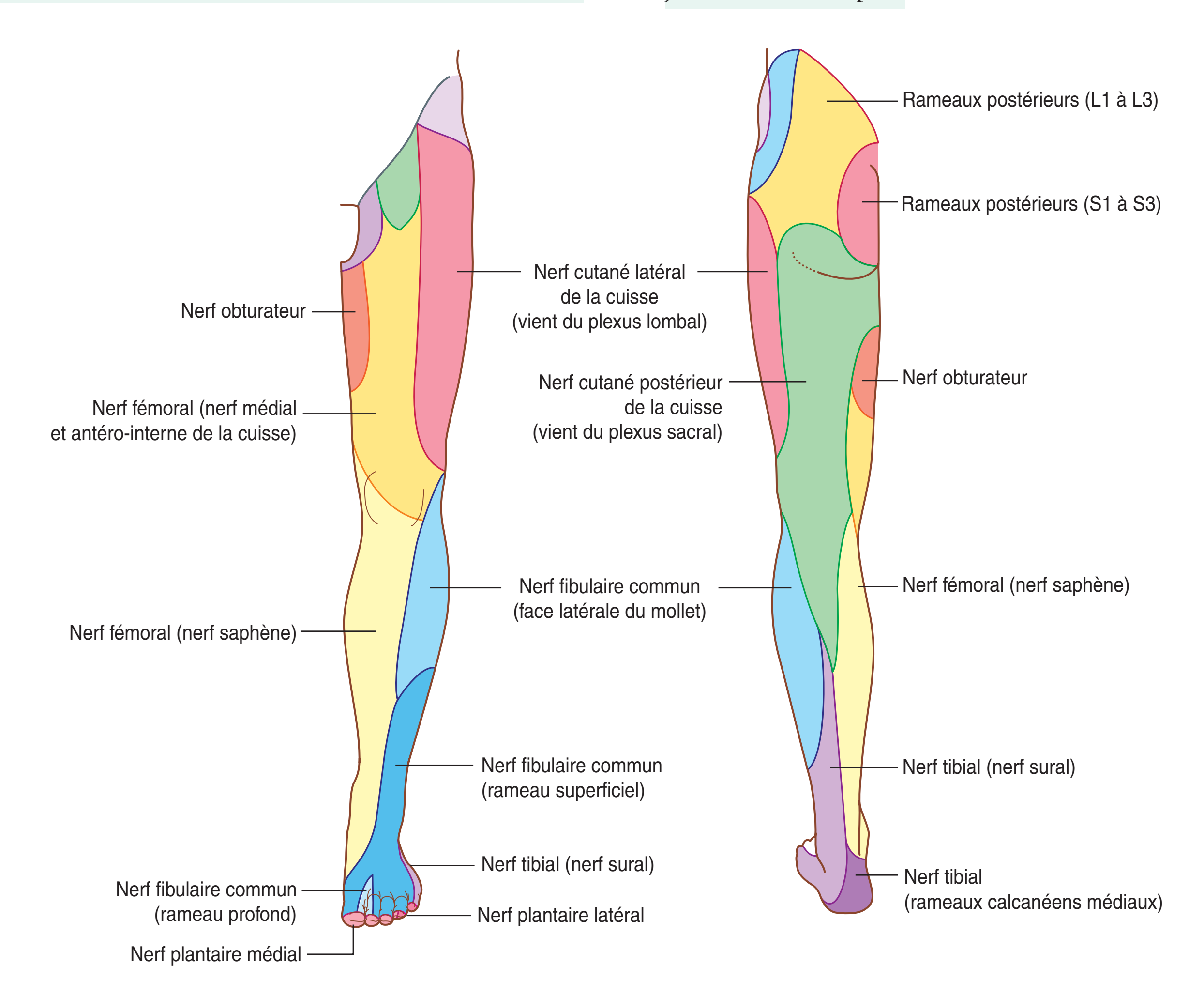


Figure 6.19 Zones cutanées innervées par les nerfs périphériques.



Rapports osseux des nerfs

Le nerf fibulaire commun, rameau du nerf ischiatique, venu de la fosse poplitée contourne le col de la fibula pour pénétrer dans la jambe (fig. 6.20). Le nerf peut être comprimé contre l'os juste au-dessous de l'insertion du tendon du biceps fémoral sur la tête de la fibula. À ce niveau, le nerf est très vulnérable et peut être lésé par de nombreux traumatismes ou comprimé par un plâtre.

Veines superficielles

Les grosses veines situées dans le fascia sous-cutané (superficiel) (fig. 6.21) sont parfois distendues (varices). Ces vaisseaux sont aussi utilisés pour les réparations vasculaires.

Les veines superficielles les plus importantes sont la veine grande saphène et la veine petite saphène qui naissent des extrémités latérales et médiale de l'arcade veineuse dorsale du pied.

- La veine grande saphène remonte à la face médiale de la jambe, du genou et de la cuisse ; elle traverse un orifice du fascia profond du trigone fémoral et se jette dans la veine fémorale à 4 cm du ligament inguinal.
- La veine petite saphène passe derrière l'extrémité distale de la fibula (malléole latérale) et chemine à la face postérieure de la jambe. Dans la fosse poplitée, la veine petite saphène traverse le fascia profond et se jette dans la veine poplitée.

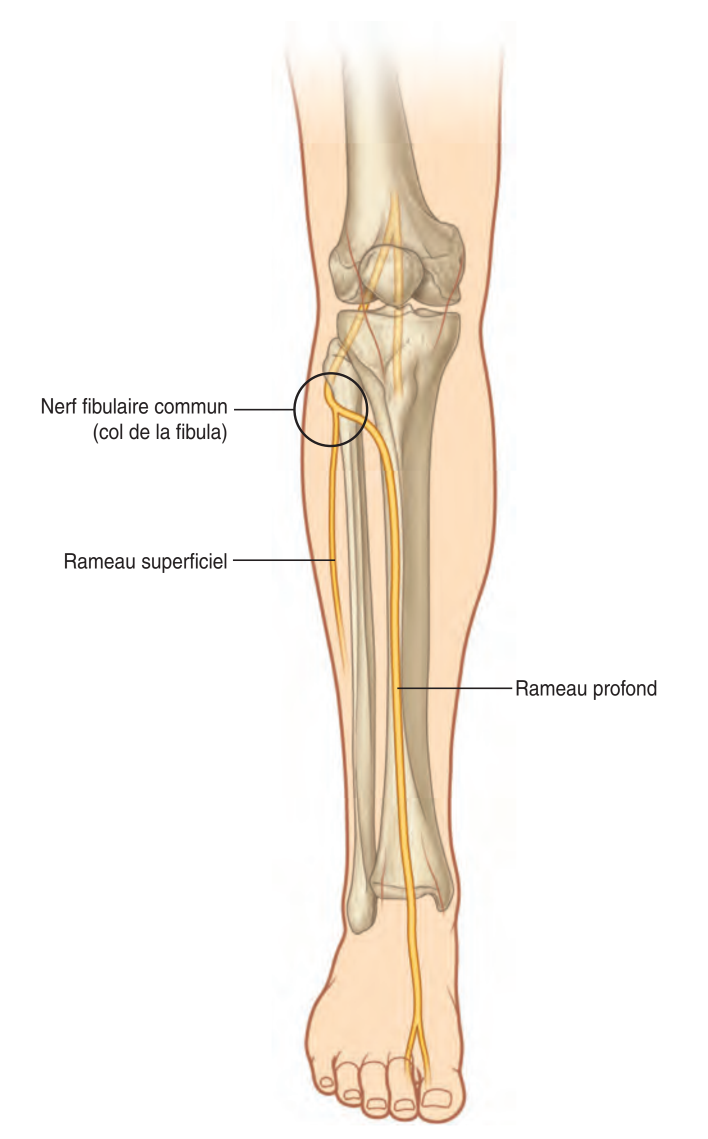


Figure 6.20 Rapports osseux des nerfs.

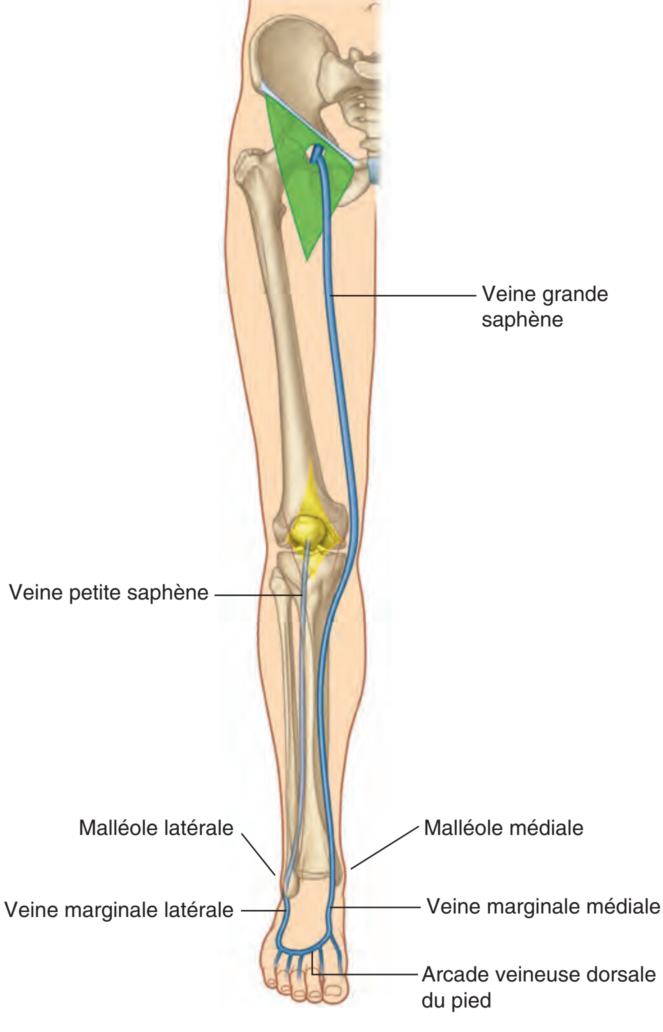


Figure 6.21 Veines superficielles.

Anatomie régionale

Pelvis osseux

Les surfaces externes des os coxaux, du sacrum et du coccyx sont de façon prédominante les régions du pelvis liées au membre inférieur, bien que quelques muscles proviennent de la face profonde ou interne de ces os et des faces des corps des vertèbres lombales, plus haut (fig. 6.22).

Chaque os coxal est formé avant ossification complète par trois parties : l'os iliaque (**ilium**), l'os ischiatique (**ischium**, ou ischion), et le **pubis**, qui fusionnent durant la croissance. L'os iliaque est supérieur, et le pubis et l'ischium sont respectivement antéro-inférieur et postéro-inférieur.

L'ilium s'articule avec le sacrum. L'os coxal est en plus amarré à la terminaison de la colonne vertébrale (sacrum et coccyx) par les ligaments sacrotubéral et sacroépineux qui s'insèrent sur la tubérosité et l'épine ischiatique.

La face externe de l'ilium et les surfaces adjacentes du sacrum, du coccyx ainsi que du ligament sacrotubéral constituent une zone importante d'insertion musculaire pour beaucoup de muscles de la région glutéale et du compartiment postérieur de la cuisse. La branche ischiopubienne et le corps du pubis donnent insertion principalement aux muscles du compartiment médial de la cuisse. La tête du fémur s'articule avec l'acétabulum situé sur la face externe de l'os coxal.

Ilium

La partie la plus haute de l'ilium en forme d'éventail, ou aile iliaque, a comme particularité d'être rattachée à l'abdomen par sa face interne et au membre inférieur par sa face externe. La limite supérieure de cette région est la **crête iliaque**, qui se termine en avant par l'**épine iliaque antérosupérieure** et en arrière par l'**épine iliaque postérosupérieure**.

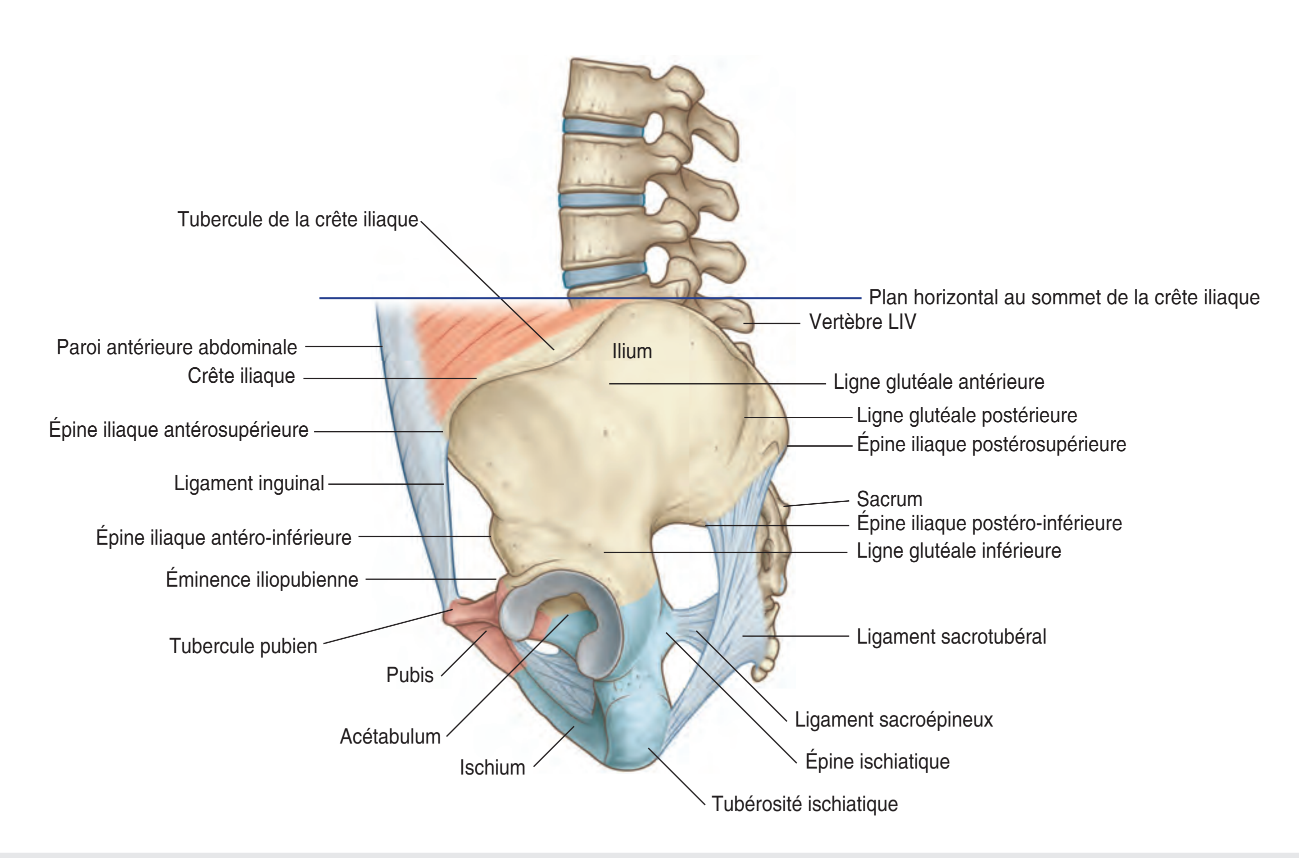


Figure 6.22 Face externe de l'os coxal. Vue de profil.



Une saillie proéminente latérale est située juste en arrière de l'épine iliaque antérosupérieure, formant le **tubercule iliaque**.

L'épine iliaque antéro-inférieure est située sur le bord antérieur de l'ilium. Le bord antérieur de l'ilium rejoint le pubis au niveau d'une élévation qui constitue l'**éminence iliopectinée**.

La surface glutéale de l'aile iliaque regarde en dehors et en arrière. Elle est limitée en haut par la crête iliaque. L'aile de l'ilium est parcourue par trois lignes rugueuses (inférieure, antérieure et postérieure) qui sont les lignes glutéales divisant la face latérale de l'aile iliaque en quatre zones :

- la **ligne glutéale inférieure** commence au-dessus de l'épine iliaque antéro-inférieure et s'incurve vers le bas pour se terminer au bord postérieur de l'acétabulum. Le muscle droit de la cuisse s'insère à l'épine iliaque antéro-inférieure et sur une surface rugueuse située entre le bord supérieur de l'acétabulum et la ligne glutéale inférieure ;
- la **ligne glutéale antérieure** part du bord externe de la crête iliaque et s'incurve vers le bas, traversant l'aile iliaque pour disparaître juste au-dessus du bord supérieur de la grande incisure ischiatique. Le muscle petit glutéal s'insère sur l'aile iliaque entre les deux lignes glutéales inférieure et antérieure ;
- la **ligne glutéale postérieure** descend presque verticale de la crête iliaque jusqu'au voisinage de l'épine iliaque postéro-inférieure. Le muscle moyen glutéal s'insère sur l'os entre les lignes glutéales antérieure et postérieure. Le muscle grand glutéal a ses origines en arrière de la ligne glutéale postérieure.

Tubérosité ischiatique

La **tubérosité ischiatique** est postéro-inférieure par rapport à l'acétabulum et donne insertion principalement aux muscles ischiojambiers situés à la face postérieure de la cuisse (fig. 6.23). La tubérosité est divisée en deux parties haute et basse par une ligne transversale.

La partie supérieure de la tubérosité ischiatique est orientée verticalement et est elle-même divisée en deux zones par une crête oblique qui descend de dedans en dehors :

- la zone la plus médiale de cette partie supérieure est le lieu d'insertion combinée des muscles long biceps fémoral et semitendineux ;
- dans la partie latérale s'insère le muscle semimembraneux.

La partie inférieure la plus basse de la tubérosité ischiatique est orientée transversalement et est divisée en deux par une crête osseuse :

- la partie latérale donne insertion au muscle grand adducteur ;

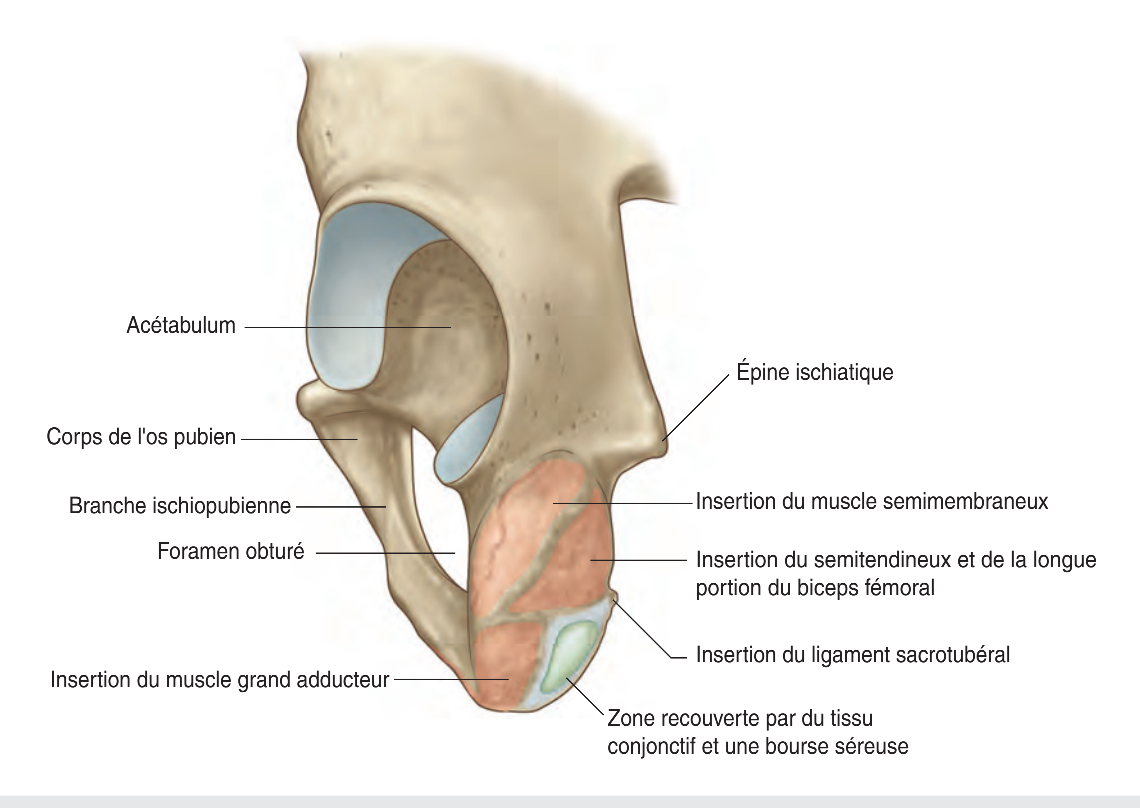


Figure 6.23 Tubérosité ischiatique. Vue postérolatérale.

- la partie médiale orientée vers le bas est couverte par du tissu conjonctif et par une bourse séreuse.

Dans la position assise, cette zone médiale supporte le poids du corps.

Le ligament sacrotubéral est attaché à une crête sur le bord médial de la tubérosité ischiatique.

Branche ischiopubienne et pubis

La face externe de la branche ischiopubienne en avant de la tubérosité ischiatique et le corps du pubis donnent insertion aux muscles du compartiment médial de la cuisse (fig. 6.23). Ces muscles comprennent le long adducteur, le court adducteur, le grand adducteur, le pectiné et le gracile.

Acétabulum

L'**acétabulum** est une profonde excavation en forme de sphère située sur la face latérale de l'os coxal dans la région où l'ilium, l'ischium et le pubis se rejoignent (fig. 6.24). Il s'articule avec la tête fémorale.

Le bord de l'acétabulum comporte dans sa partie inférieure une large encoche appelée **incisure acétabulaire**.

La paroi de l'acétabulum comprend une zone articulaire et une zone non articulaire :

- la partie non articulaire est rugueuse et forme une dépression circulaire dans la partie centrale et inférieure de l'acétabulum, nommée **fosse acétabulaire** ou arrière-fond de l'acétabulum. L'incisure acétabulaire est en continuité avec la fosse acétabulaire ;
- la surface articulaire est large et occupe les segments antérieur, supérieur et postérieur de l'acétabulum.

La surface articulaire en forme de croissant (**surface semilunaire**) est plus large dans sa partie supérieure où la majeure partie du poids du corps est transmise du pelvis au fémur. Le croissant semilunaire est interrompu à sa partie inférieure par l'incisure acétabulaire.

La fosse acétabulaire est le siège de l'insertion du ligament de la tête fémorale, alors que les vaisseaux et les nerfs passent par l'incisure acétabulaire.

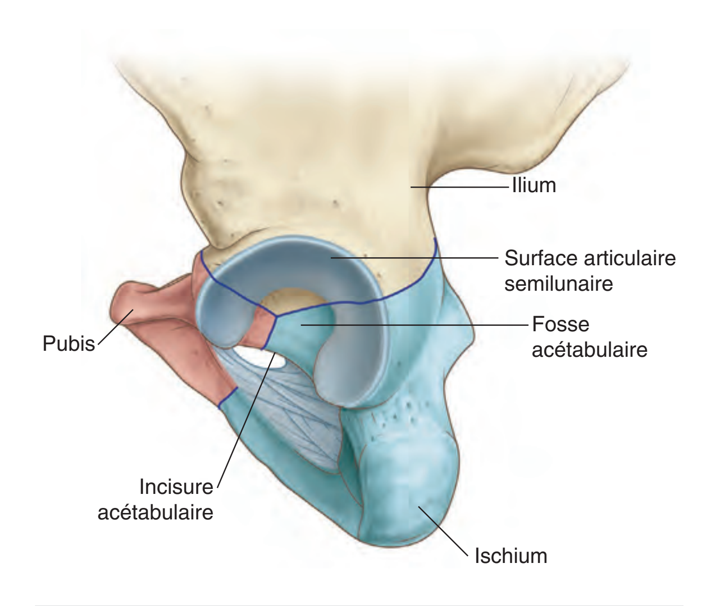


Figure 6.24 Acétabulum.

En clinique

Fractures du bassin

L'os coxal, le sacrum et les articulations associées forment un anneau enfermant la cavité pelvienne (anneau pelvien). Des lésions des tissus mous et des viscères peuvent survenir au cours des fractures du bassin. Chez les blessés aux lésions multiples (polytraumatisés) présentant des traumatismes du thorax et/ou des membres inférieurs, les lésions pelviennes doivent être évoquées et recherchées.

Les fractures du bassin peuvent s'accompagner d'hémorragies importantes non visibles nécessitant des transfusions sanguines. De plus, ces saignements peuvent former un hématome pelvien important qui peut comprimer les nerfs et les viscères et inhiber leur fonction (fig. 6.25).

Les fractures pelviennes peuvent être classées de plusieurs façons qui permettent au chirurgien de choisir le traitement approprié. Les fractures du bassin sont généralement divisées en quatre types.

- Type 1 : le traumatisme ne rompt pas la continuité de l'anneau pelvien, par exemple la fracture de la crête iliaque. Ce type de fracture représente rarement un traumatisme sévère, bien que, dans le cas d'une fracture de la crête iliaque, la perte de sang puisse être importante.
- Type 2 : le traumatisme se traduit par une rupture simple de l'anneau pelvien. Un exemple de ce type est une fracture avec diastasis (séparation) de la symphyse pubienne. Ces traumatismes sont le plus souvent bénins mais il convient toujours de rechercher une perte de sang.
- Type 3 : il est caractérisé par une double rupture de l'anneau pelvien. Un exemple est la fracture bilatérale

(*Suite*)



En clinique—*Suite*

des branches pubiennes qui peut s'accompagner de lésions urétrales.

- Type 4 : les traumatismes peuvent survenir au niveau ou à proximité de l'acétabulum.

D'autres types de traumatismes sont les fractures du pubis avec lésion de l'articulation sacro-iliaque avec ou sans luxation. Ce type de traumatisme est souvent associé à des lésions viscérales pelviennes et à des déperditions sanguines importantes.

Parmi les autres traumatismes du bassin, il faut citer les fractures de fatigue, que l'on peut voir chez les sportifs, et les fractures des sujets âgés atteints d'ostéoporose.

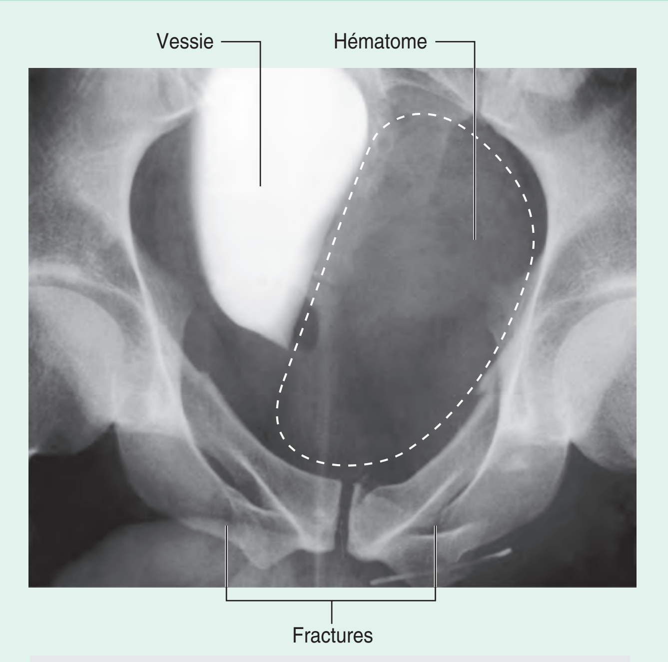


Figure 6.25 Fractures multiples du bassin. Radiographie avec opacification vésicale. Un important hématome refoule et déforme la vessie.

Fémur proximal

Le fémur, os de la cuisse, est le plus grand os du corps. Son extrémité proximale est caractérisée par la tête et le col fémoral et comporte deux importantes saillies : le grand trochanter et le petit trochanter, à l'extrémité de la diaphyse fémorale (fig. 6.26).

La **tête** du fémur sphérique s'articule avec l'acétabulum de l'os coxal. Elle présente une petite dépression non articulaire (**fossette de la tête fémorale**) où s'insère le ligament de la tête.

Le **col** du fémur est un tube osseux cylindrique qui relie la tête à la diaphyse du fémur. Il est orienté en haut et en dedans ; son axe avec celui de la diaphyse fémorale fait un angle d'approximativement 125°. Cet angle est appelé angle d'inclinaison. Dans un plan horizontal, le col se projette en avant selon un angle d'environ 15° ouvert médialement et en avant, appelé angle de déclinaison. L'orientation du col par rapport à la diaphyse accroît la mobilité de la hanche.

L'extrémité supérieure de la **diaphyse** fémorale comporte le grand et le petit trochanters qui sont des points d'insertion pour les muscles de la hanche.

Grand et petit trochanters

Le **grand trochanter** est situé dans l'axe de la diaphyse fémorale juste en dehors de la région de jonction du col et de la diaphyse (fig. 6.26). Il s'étend vers l'arrière où sa face médiale délimite une large cavité appelée **fosse trochantérique**. La paroi latérale de la fosse présente une dépression ovale où s'insère le muscle obturateur externe.

Le grand trochanter a une crête allongée sur sa face antérolatérale pour l'insertion du muscle petit glutéal, et une crête similaire sur sa face latérale pour l'insertion du muscle moyen glutéal. Entre ces deux points, le grand trochanter est palpable.

Sur la face médiale de la partie haute du grand trochanter, juste au-dessus de la fosse trochantérique, on note une zone d'insertion pour les muscles obturateur interne et jumeaux, et immédiatement dessus et en arrière, une petite zone sur le bord du trochanter pour l'insertion du muscle piriforme.

Le **petit trochanter**, de taille plus réduite, a une forme de cône à l'extrémité émoussée. Il se projette en arrière et en dedans par rapport à la diaphyse fémorale. Il est situé juste à la jonction avec le col du fémur (fig. 6.26). Il est le point d'insertion des muscles grand psoas et iliaque.

Entre les deux trochanters, séparant le col de la diaphyse, se situent en avant la ligne intertrochantérique et en arrière la crête intertrochantérique.

Ligne intertrochantérique

La **ligne intertrochantérique** est une crête osseuse à la face antérieure du bord supérieur de la diaphyse fémorale qui

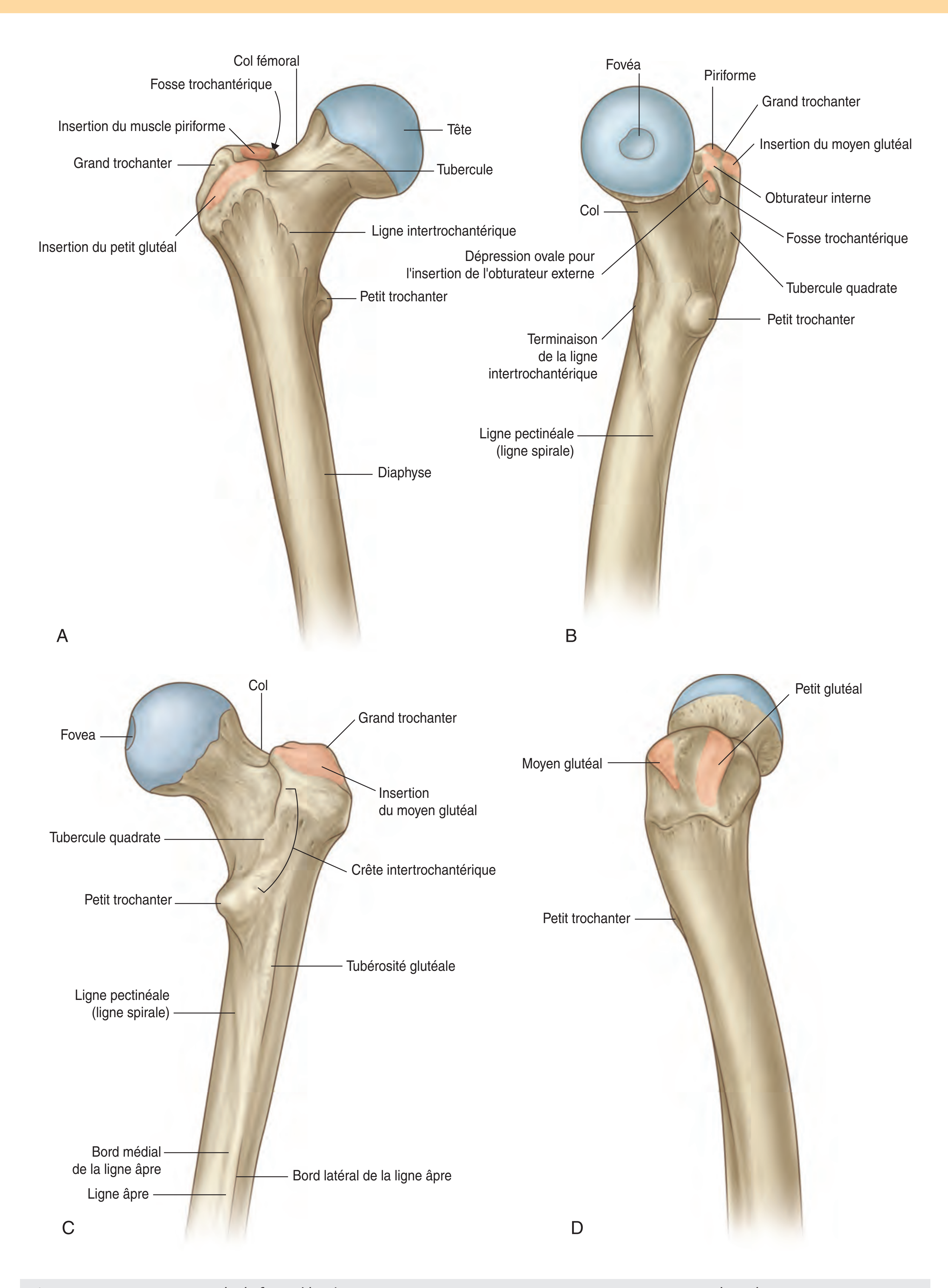


Figure 6.26 Extrémité proximale du fémur (droit). **A.** Vue antérieure. **B.** Vue interne. **C.** Vue postérieure. **D.** Vue latérale.



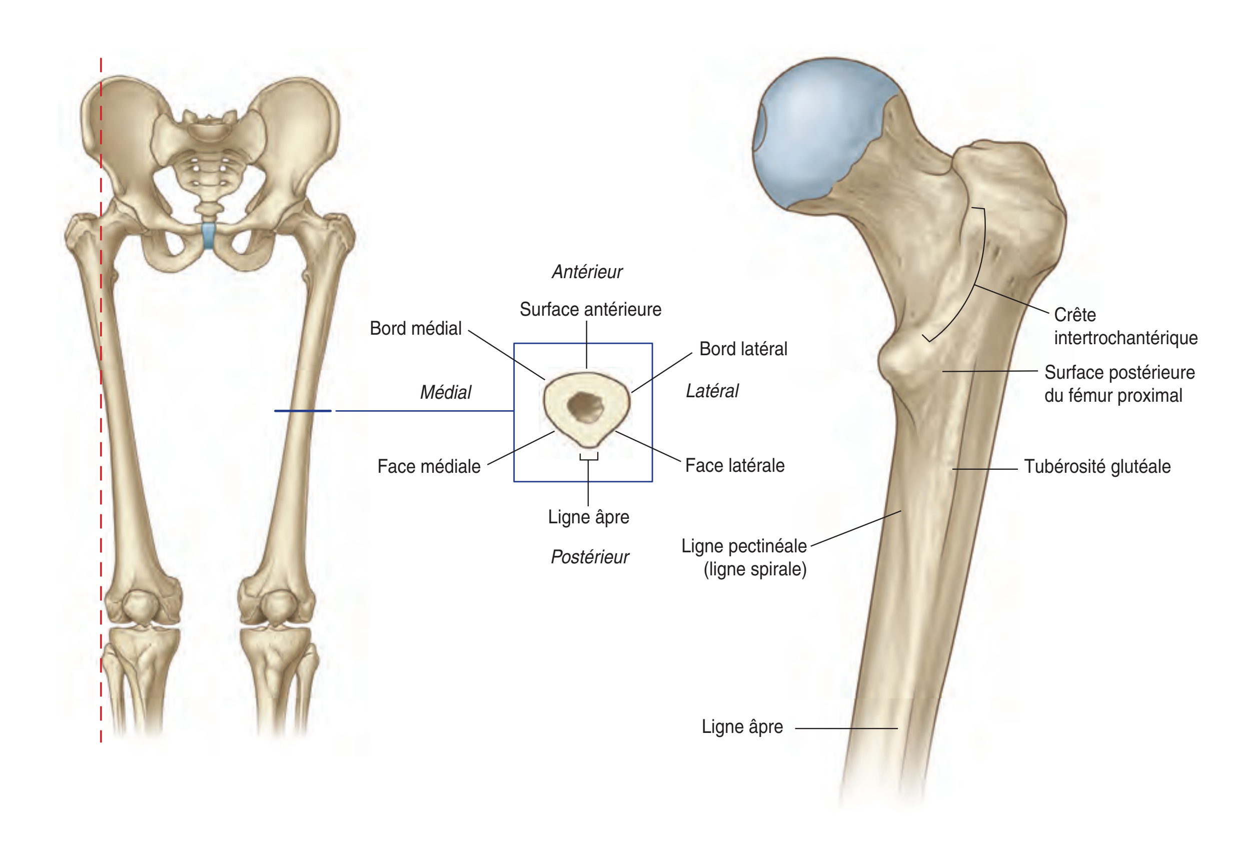


Figure 6.27 Diaphyse fémorale. À droite, vue postérieure de l'extrémité proximale du fémur droit.

descend en dedans à partir d'un tubercule situé sur la face antérieure de la base du grand trochanter jusqu'à la base du petit trochanter (fig. 6.26). Elle se poursuit avec la **ligne pectinéale** (ligne spirale) qui contourne le fémur sous le petit trochanter et rejoint le bord médial de la **ligne âpre** à la partie postérieure du fémur.

Crête intertrochantérique

La **crête intertrochantérique** est située à la face postérieure du fémur proximal. Elle descend médialement du bord postérieur du grand trochanter à la base du petit trochanter (fig. 6.26). C'est une arête osseuse large et régulière ayant un tubercule proéminent (**tubercule carré**) sur sa moitié supérieure où s'insère le muscle carré fémoral.

Diaphyse fémorale

La **diaphyse fémorale** descend de dehors en dedans dans le plan frontal, faisant un angle de 7° avec l'axe vertical (fig. 6.27). L'extrémité distale du fémur est donc plus proche de la ligne médiane que l'extrémité proximale de la diaphyse.

Le tiers moyen de la diaphyse est triangulaire à la coupe transversale, avec des bords médial et latéral réguliers délimitant des faces antérieure, latérale et médiale. Le bord postérieur est une crête large et saillante appelée ligne âpre.

La ligne âpre est un site majeur d'insertion musculaire à la cuisse. Au tiers proximal, les limites interne et externe de la ligne âpre divergent et se continuent respectivement vers le haut avec la ligne pectinéale et la tubérosité glutéale de la diaphyse (fig. 6.27) :

- la ligne pectinéale s'incurve, passe sous le petit trochanter et rejoint la ligne intertrochantérique ;
- la tubérosité glutéale est une ligne large et rugueuse qui s'incurve en dehors vers la base du grand trochanter.

Le muscle grand glutéal s'insère sur la tubérosité glutéale.

La ligne pectinéale, la tubérosité glutéale et la crête intertrochantérique délimitent une zone triangulaire à la face postérieure du fémur proximal.

En clinique

Les fractures du col fémoral

Les fractures du col fémoral (fig. 6.28) peuvent interrompre la circulation sanguine de la tête fémorale. La vascularisation de la tête et du col est assurée par un anneau artériel autour de la base du col fémoral formé par les branches des artères circonflexes fémorales médiale et latérale. À partir de là, les vaisseaux cheminent le long du col, traversent la capsule et pénètrent dans la tête fémorale.

La vascularisation de la tête et du col est renforcée par l'artère du ligament de la tête fémorale, une branche de l'artère obturatrice, qui est généralement petite et inconstante. Les fractures du col peuvent arracher les vaisseaux et provoquer la nécrose de la tête fémorale. Les fractures du col fémoral peuvent être divisées en trois catégories selon la topographie du trait de fracture : subcapitale (le trait passe dans la jonction tête-col), transcervicale (le trait passe dans la partie moyenne du col fémoral) et basicervicale (le trait se situe à la base du col). Les fractures subcapitales ont le risque le plus élevé de provoquer la nécrose de la tête fémorale, et les fractures basicervicales le risque le plus faible. Les patients âgés porteurs d'ostéoporose présentent plus souvent une fracture transverse subcapitale après un traumatisme à basse énergie comme une chute de leur hauteur. À l'inverse, les patients les plus jeunes présentent habituellement des fractures verticales distales du col fémoral (basicervicales) après des traumatismes à haute énergie comme une chute de grande hauteur ou dus à une contrainte axiale appliquée sur un genou en abduction, comme lors d'un accident de véhicule à moteur.



Figure 6.28 Radiographie de face du pelvis mettant en évidence une fracture du col du fémur.

En clinique

Les fractures pertrochantériennes

Dans ces fractures, le trait part habituellement du grand trochanter vers le petit trochanter et ne concerne pas le col fémoral. Les fractures pertrochantériennes n'altèrent pas la vascularisation du col fémoral et ne menacent pas la vitalité de la tête. Elles sont plus fréquemment vues chez les personnes âgées et font suite à un traumatisme à faible énergie (fig. 6.29).

Les fractures isolées du grand ou du petit trochanter peuvent parfois survenir. Une fracture du petit trochanter chez l'adulte est souvent pathologique et en rapport avec une tumeur maligne.

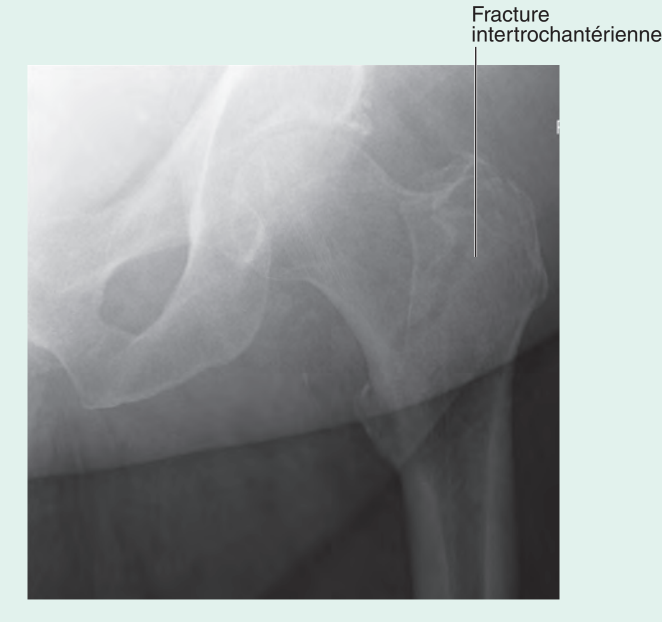


Figure 6.29 Radiographie de face montrant une fracture intertrochantérienne de l'extrémité proximale du fémur.

Articulation de la hanche

La hanche est une articulation synoviale unissant la tête fémorale et l'acétabulum de l'os coxal (fig. 6.30A). L'articulation est de type sphéroïde, mettant en rapport une sphère pleine dans une sphère creuse, de mobilité multiaxiale. La hanche est remarquable par sa stabilité, par son aptitude à supporter le poids du corps et par sa mobilité. Les mouvements de l'articulation comprennent la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction, les rotations latérale et médiale, et la circumduction.

En clinique

Les fractures de la diaphyse fémorale

Une quantité importante d'énergie est nécessaire pour fracturer la diaphyse fémorale. Ce type de traumatisme est souvent accompagné de lésions des parties molles avoisinantes concernant les compartiments musculaires, et menace les éléments neurovasculaires qu'ils contiennent.

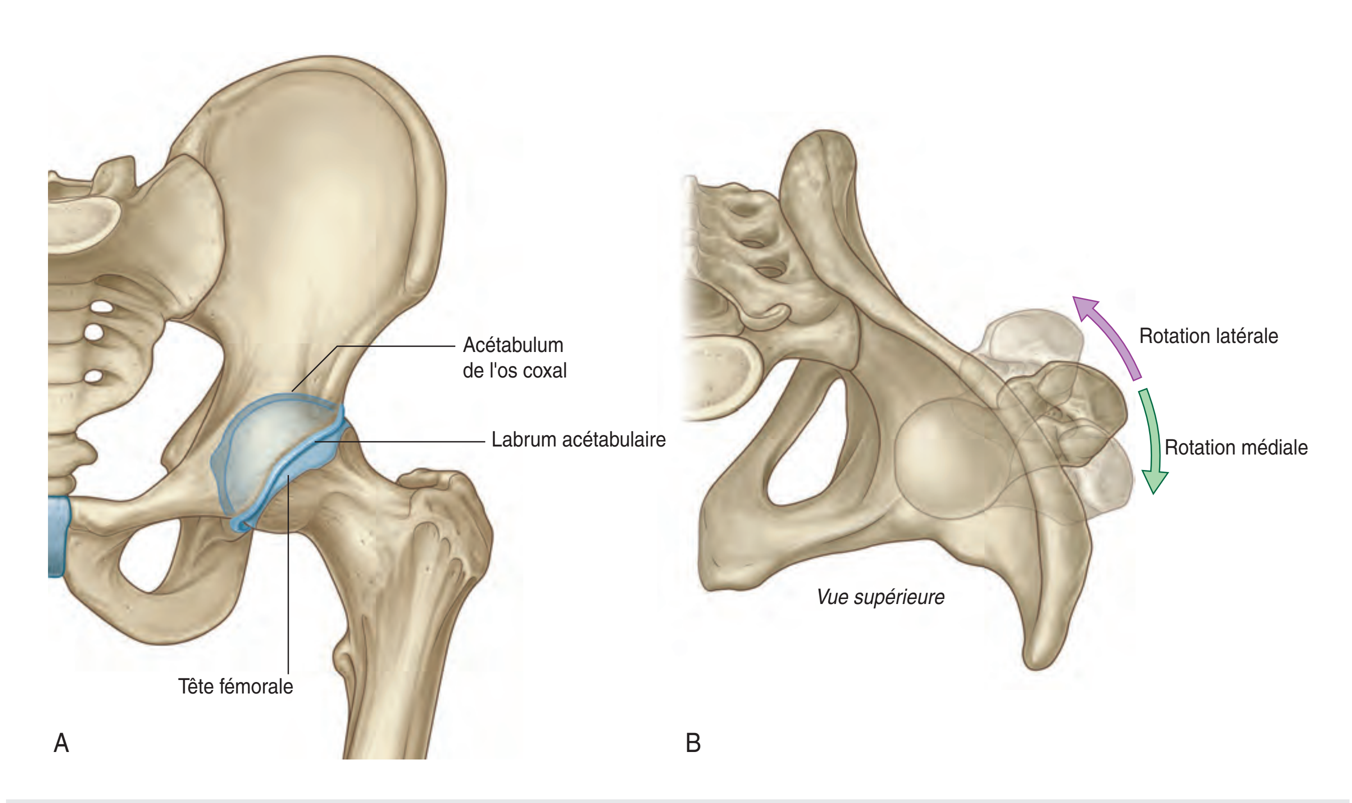


Figure 6.30 Articulation de la hanche. **A.** Surfaces articulaires. Vue antérieure. **B.** Mouvement du col fémoral pendant les rotations médiale et latérale. Vue supérieure.

Quand on considère les effets des muscles sur l'articulation, on doit avoir à l'esprit le rôle du col fémoral et des angles d'inclinaison et de déclinaison. Par exemple, les rotations interne et externe du fémur sont le résultat de l'action des muscles qui agissent sur le grand trochanter en l'attirant soit en avant, soit en arrière (fig. 6.30B).

Les surfaces articulaires de la hanche sont :

- la tête sphérique du fémur ;
- la surface articulaire semilunaire de l'acétabulum de l'os coxal, circonscrite par un rebord saillant : le limbus acétabulaire.

L'acétabulum contient presque complètement la demi-sphère que forme la tête fémorale et contribue à la stabilité articulaire. La fosse acétabulaire non articulaire contient un tissu conjonctif lâche. La surface articulaire semilunaire, plus large dans sa partie supérieure, est recouverte de cartilage hyalin.

La tête du fémur est recouverte de cartilage hyalin excepté au niveau de la fossette de la tête fémorale.

Le bord de l'acétabulum est augmenté légèrement par l'addition d'un fibrocartilage, le **labrum acétabulaire**, ou bourrelet acétabulaire, formant un anneau triangulaire à la coupe attaché au limbus acétabulaire. Dans la partie inférieure de l'acétabulum, le labrum passe en pont sur l'incisure acétabulaire, formant le **ligament transverse de l'acétabulum** et transformant l'incisure en un foramen (fig. 6.31A).

Le **ligament de la tête fémorale** est une bande plate de tissu conjonctif fragile qui s'attache d'un côté à la fossette de la tête fémorale et de l'autre à l'incisure acétabulaire, au ligament transverse et aux bords de l'incisure acétabulaire (fig. 6.31B). Le ligament comporte une petite branche de l'artère obturatrice qui participe à la vascularisation de la tête fémorale.

La membrane synoviale prolonge les surfaces articulaires de la tête fémorale et de l'acétabulum, formant un tube recouvrant le ligament de la tête du fémur et couvrant le col fémoral (fig. 6.31B et fig. 6.32), puis se réfléchit sur la capsule fibreuse de la hanche dont elle tapisse la face profonde (fig. 6.32).

La capsule est une membrane fibreuse qui enferme l'articulation de la hanche. Elle est en général épaisse et solide. Médialement, elle est attachée à la périphérie de l'acétabulum sur le limbe acétabulaire, au ligament transverse de l'acétabulum et à la partie voisine du foramen obturé (fig. 6.33A). Latéralement, elle est attachée à la ligne intertrochantérique à la face antérieure du fémur, et au col du fémur, près de la crête intertrochantérique, à la face postérieure.

Capsule articulaire sectionnée
Labrum acétabulaire
Manchon synovial autour du ligament
Fosse acétabulaire
Surface semilunaire
Artère obturatrice
Tubercule du pubis
Pubis
Foramen acétabulaire
Branche acétabulaire de l'artère obturatrice
Artère du ligament de la tête
Ligament transverse acétabulaire
Foramen obturé
Ligament de la tête fémorale
Membrane obturatrice
Tubérosité ischiatique
A
B

Figure 6.31 Articulation de la hanche. **A.** Ligament transverse acétabulaire. **B.** Ligament de la tête fémorale. La tête du fémur a été mise en rotation latérale en dehors de l'acétabulum pour montrer le ligament.

Ligaments

Trois ligaments renforcent la surface externe de la membrane fibreuse et stabilisent l'articulation. Ce sont les ligaments iliofémoral, pubofémoral et ischiofémoral.

- Le **ligament iliofémoral** est situé à la face antérieure de l'articulation et a une forme triangulaire (fig. 6.33B). Son extrémité proximale est attachée à l'ilium entre l'épine iliaque antéro-inférieure et le bord de l'acétabulum. Sa base est fixée le long de la ligne intertrochantérique du fémur. Les parties du ligament attachées au-dessus et au-dessous de la ligne intertrochantérique sont plus épaisses que celles attachées à la partie centrale de la ligne intertrochantérique. Il en résulte un aspect en Y du ligament.
- Le **ligament pubofémoral** est situé à la partie antéro-inférieure de la hanche (fig. 6.33B). Il a également une forme triangulaire avec une base attachée médialement à l'éminence iliopubienne, à l'os voisin et à la membrane obturatrice. Latéralement, ses fibres se mêlent à celles de la capsule et de la face profonde du ligament iliofémoral.

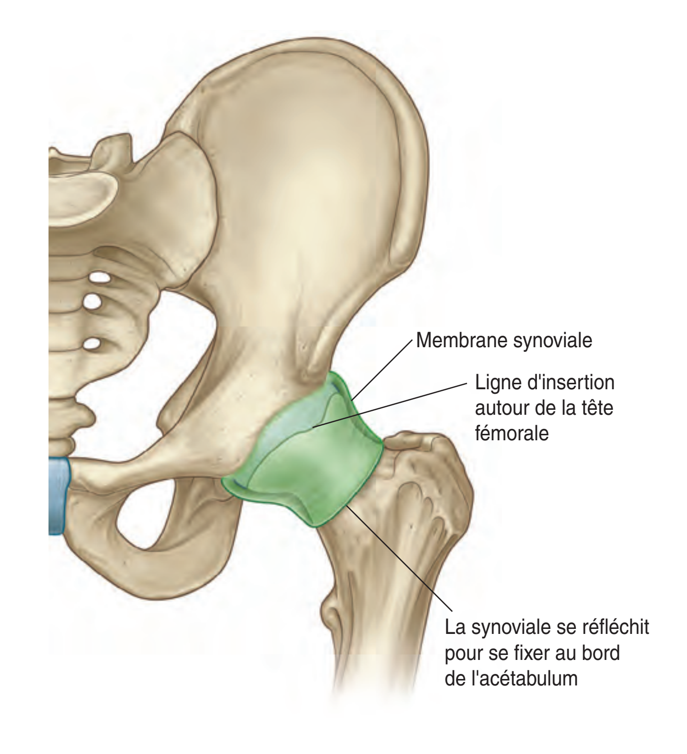


Figure 6.32 Membrane synoviale de la hanche.

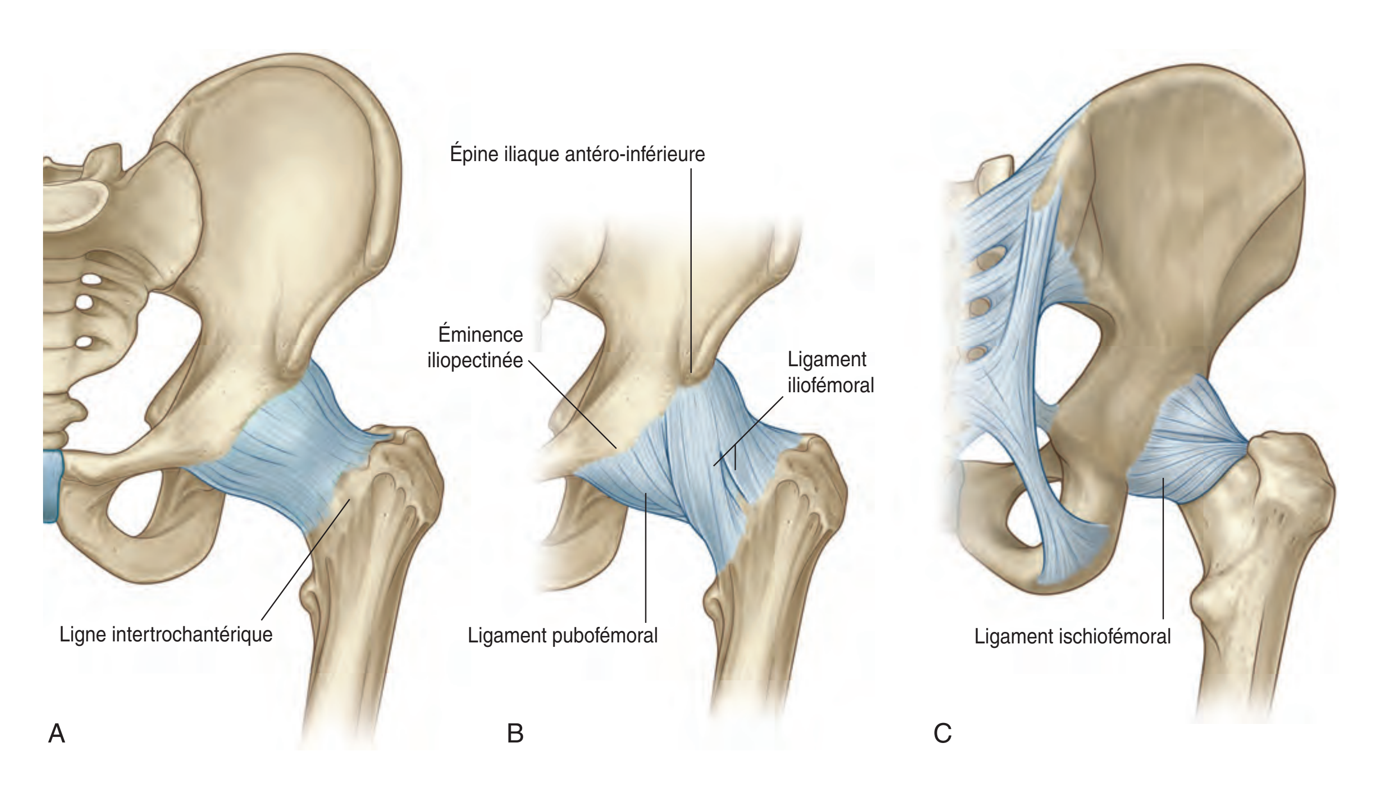


Figure 6.33 Capsule et ligaments de la hanche. **A.** Capsule. Vue antérieure gauche. **B.** Ligaments iliofémoral et pubofémoral. Vue antérieure gauche. **C.** Ligament ischiofémoral. Vue postérieure droite.

- Le **ligament ischiofémoral** renforce la partie postérieure de la capsule (fig. 6.33C). Il est attaché médialement à l'ischium, à la partie postéro-inférieure de l'acétabulum, et latéralement se termine au grand trochanter au-dessous de l'insertion du ligament iliofémoral.

Les fibres de ces trois ligaments ont une orientation spiralée autour de l'articulation de telle sorte qu'ils sont tendus lorsque l'articulation est en extension. Les ligaments stabilisent l'articulation et réduisent la quantité d'énergie musculaire nécessaire pour assurer la station verticale.

La vascularisation de la hanche est surtout assurée par les branches de l'artère obturatrice, les artères circonflexes médiale et latérale, les artères glutéales supérieure et inférieure, et la première artère perforante de l'artère fémorale profonde. Les branches articulaires de ces vaisseaux forment un réseau autour de l'articulation (fig. 6.34).

L'articulation est innervée par des rameaux articulaires venus des nerfs fémoral, obturateur et glutéal supérieur et du nerf du carré fémoral.

Accès au membre inférieur

Il y a quatre voies par lesquelles les pédicules neurovasculaires et les tendons passent de l'abdomen et du pelvis au membre inférieur. Ce sont le canal obturateur, la grande incisure ischiatique, la petite incisure ischiatique et l'espace entre le ligament inguinal et le bord antérosupérieur de l'os coxal (fig. 6.35).

Canal obturateur

Le **canal obturateur** a un trajet presque vertical au bord antérosupérieur du foramen obturé (fig. 6.35). Il est limité :

- au-dessus par le **sillon obturateur** à la face inférieure de la branche supérieure du pubis ;
- au-dessous par le bord supérieur de la membrane obturatrice, qui comble presque complètement le foramen obturé, et par les muscles obturateurs interne et externe insérés sur les faces de la membrane obturatrice et sur l'os adjacent.

Le canal obturateur relie la région abdominopelvienne au compartiment interne de la cuisse. Le nerf obturateur et les vaisseaux obturateurs passent à travers le canal.

Grande incisure ischiatique

La **grande incisure ischiatique** située à la partie postérolatérale de l'os coxal est la voie majeure pour les éléments anatomiques : nerfs, vaisseaux, tendons passant de la région



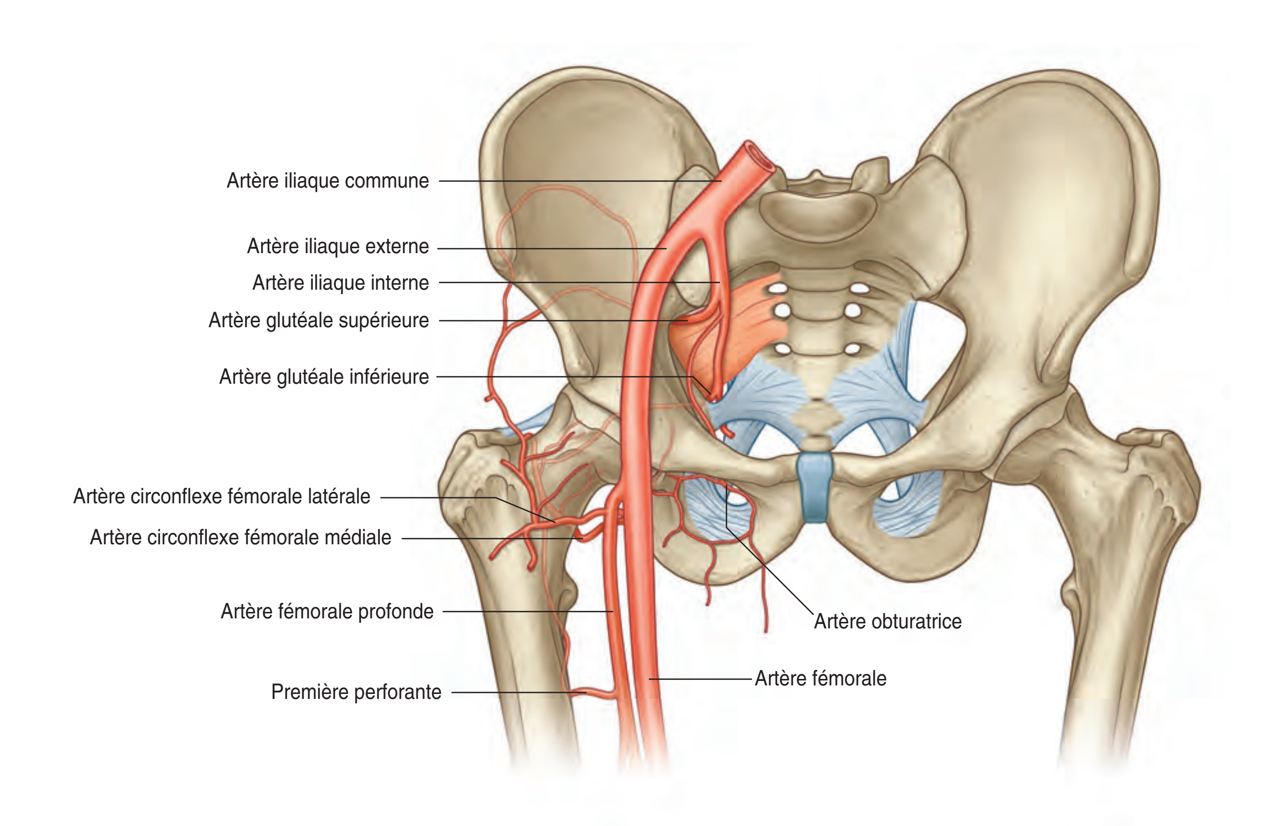


Figure 6.34 Vascularisation de la hanche.

pelvienne à la région glutéale (fig. 6.35). Les limites de ce foramen sont :

- la grande incisure ischiatique ;
- les bords supérieurs des ligaments sacroépineux et sacrotubéral ;
- le bord latéral du sacrum.

Le muscle piriforme sort du pelvis à travers le grand foramen ischiatique et sépare le foramen en deux parties, une au-dessus, l'autre au-dessous :

- Le nerf glutéal supérieur et les vaisseaux passent à travers la grande ouverture ischiatique au-dessus du piriforme.
- Le nerf ischiatique, le nerf glutéal inférieur et les vaisseaux glutéaux inférieurs, le nerf pudendal et les vaisseaux pudendaux internes, le nerf cutané postérieur de la cuisse, le nerf de l'obturateur interne et du jumeau supérieur, le nerf du carré fémoral et du jumeau inférieur passent à travers la grande ouverture ischiatique au-dessous du muscle piriforme.

Petite incisure ischiatique

La **petite incisure ischiatique** est inférieure à la grande ouverture ischiatique à la face postérolatérale du bassin (fig. 6.35). Elle est aussi inférieure à l'insertion latérale du plancher pelvien (muscles élévateur de l'anus et coccygien) à la paroi pelvienne, et fait communiquer la région glutéale avec le périnée :

- le tendon de l'obturateur interne passe de la face médiale de la paroi pelvienne à travers la petite incisure ischiatique pour s'insérer sur le fémur ;
- le nerf pudendal et les vaisseaux pudendaux internes sortent du pelvis en passant à travers la grande incisure ischiatique sous le piriforme, puis entrent dans le périnée sous le plancher pelvien en contournant l'épine ischiatique et le ligament sacroépineux et en traversant de dehors en dedans la petite incisure ischiatique.

Espace entre le ligament inguinal et l'os coxal

La grande ouverture en forme de croissant entre le ligament inguinal au-dessus et le bord antérosupérieur de l'os coxal au-dessous est le chemin de communication entre l'abdomen et la partie antéromédiale de la cuisse (fig. 6.35). Les muscles grand psoas, iliaque et pectiné traversent cet espace pour s'insérer sur le fémur. Les principaux vaisseaux (artère et veine fémorales) et les lymphatiques du membre inférieur passent

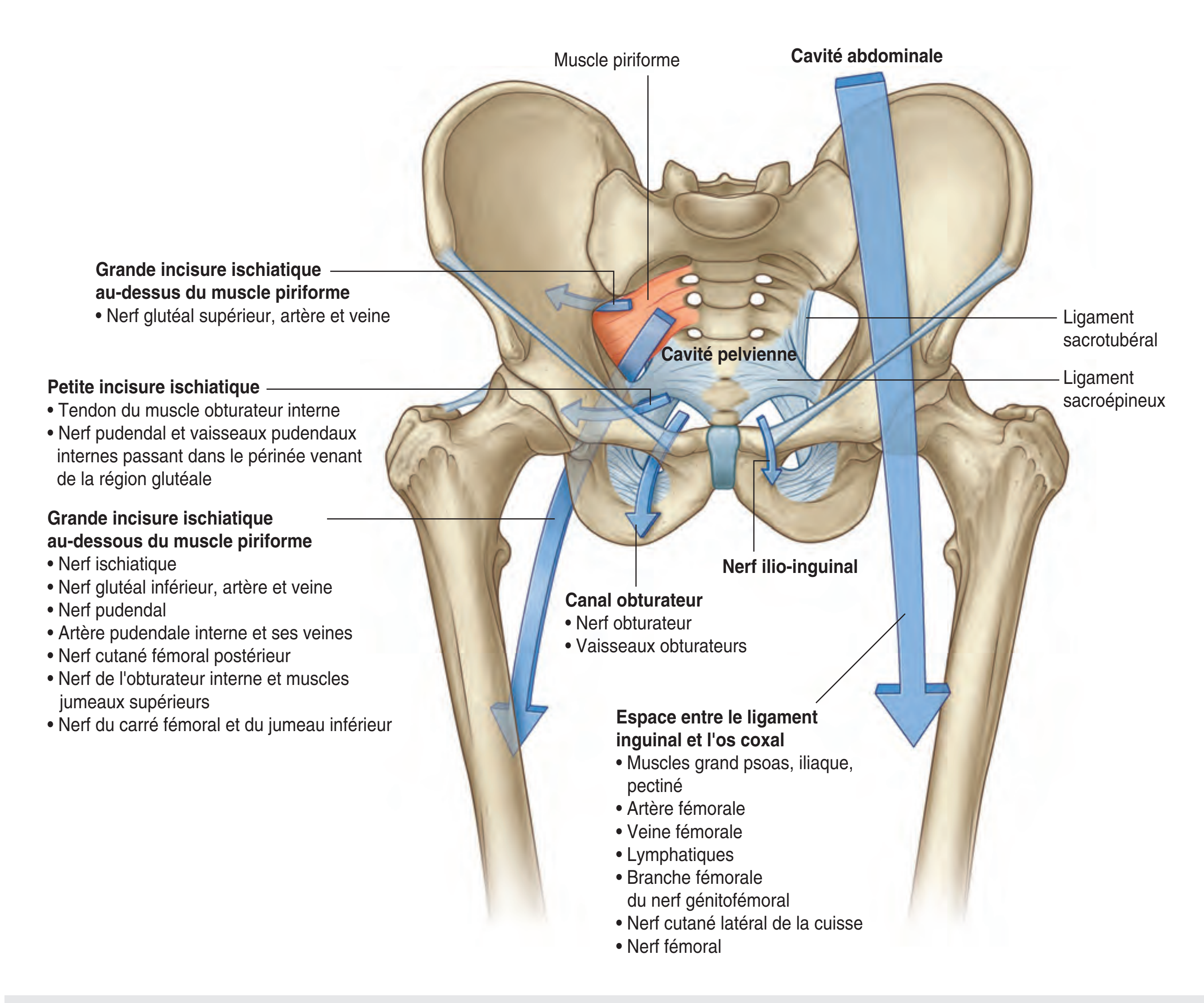


Figure 6.35 Voies d'accès au membre inférieur.

aussi dans cet espace, ainsi que le nerf fémoral, pour entrer dans le trigone de la cuisse.

Nerfs

Les nerfs qui pénètrent dans le membre inférieur venant de l'abdomen et du pelvis sont des rameaux terminaux du plexus lombosacral situées sur la face postérieure de l'abdomen et les parois postérolatérales du pelvis (fig. 6.36 et tableau 6.1).

Le **plexus lombal** est formé par les rameaux ventraux des nerfs spinaux de L1 à L3 et une partie de L4 (voir le paragraphe « Plexus lombal » au chapitre 4). Le reste du rameau antérieur de L4 et le rameau antérieur de L5 s'unissent pour former le **tronc lombosacral** qui pénètre dans la cavité pelvienne avec les rameaux antérieurs de S1 à S3 et une partie de S4 pour former le **plexus sacral** (voir le paragraphe « Plexus sacral » au chapitre 5).

Les nerfs importants qui proviennent du plexus lombosacral et quittent l'abdomen et le pelvis pour pénétrer dans le membre inférieur sont le nerf fémoral, le nerf obturateur, le nerf ischiatique, le nerf glutéal supérieur et le nerf glutéal inférieur. Les autres nerfs qui naissent aussi du plexus et entrent dans le membre inférieur pour innerver la peau ou les muscles sont le nerf cutané latéral de la cuisse, le nerf de l'obturateur interne, le nerf du carré fémoral, le nerf cutané postérieur de la cuisse, le nerf cutané perforant et les rameaux des nerfs ilio-inguinal et génitofémoral.

Nerf fémoral

Le **nerf fémoral** est formé par la réunion des rameaux antérieurs de L2 à L4. Il quitte l'abdomen en passant dans l'espace entre le ligament inguinal et le bord antérieur de l'os coxal pour pénétrer dans le trigone fémoral au niveau de la partie

Figure 6.36 Rameaux du plexus lombosacral.

antéromédiale de la cuisse (voir fig. 6.35 et tableau 6.1). Dans le trigone fémoral, il est latéral par rapport à l'artère fémorale. Le nerf fémoral :

- inerve tous les muscles du compartiment antérieur de la cuisse ;
- dans l'abdomen, donne des rameaux destinés aux muscles iliaque et pectiné ;
- innerve la peau de la face antérieure de la cuisse, de la face antéromédiale du genou, de la face médiale de la jambe et du bord médial du pied.

Nerf obturateur

Le **nerf obturateur**, comme le nerf fémoral, vient de L2 à L4. Il descend le long de la paroi postérieure de l'abdomen, passe dans la cavité pelvienne et pénètre dans la cuisse en passant dans le canal obturateur (fig. 6.36 et tableau 6.1). Le nerf obturateur innerve :

- tous les muscles du compartiment médial de la cuisse, à l'exception d'une partie du muscle grand adducteur s'insérant sur l'ischium et du muscle pectiné qui sont innervés respectivement par les nerfs ischiatique et fémoral ;
- le muscle obturateur externe ;
- la peau de la face médiale de la partie haute de la cuisse.

Nerf ischiatique

Le **nerf ischiatique** est le plus gros nerf du corps. Il est constitué de fibres nerveuses venues de L4 à S3. Il quitte le pelvis par la grande incisure ischiatique en passant sous le muscle piriforme et pénètre dans la région glutéale (fig. 6.36 et tableau 6.1) puis dans le compartiment postérieur de la

Tableau 6.1 Rameaux du plexus lombosacral destinées au membre inférieur.

Nerf	Origine spinale	Fonction motrice	Fonction sensitive (cutanée)
Nerf ilio-inguinal	L1	Pas de fonction motrice au membre inférieur mais innerve les muscles de la paroi abdominale	La peau au niveau de la partie supérieure de la cuisse et la partie adjacente du périnée
Nerf génitofémoral	L1, L2	Pas de fonction motrice au membre inférieur mais un rameau génital innerve le muscle crémaster de la paroi du cordon spermatique chez l'homme	Le rameau fémoral innerve la peau à la partie antérieure centrale du haut de la cuisse ; le rameau génital innerve la peau dans la région antérieure du périnée (partie antérieure du scrotum chez l'homme et mont du pubis chez la femme)
Nerf fémoral	L2 à L4	Tous les muscles du compartiment antérieur de la cuisse ; dans l'abdomen, rameaux innervant les muscles iliaque et pectiné	Innerve la peau de la face antérieure de la cuisse, de la face antéromédiale du genou, de la face médiale de la jambe et du bord médial du pied
Nerf obturateur	L2 à L4	Tous les muscles du compartiment médial de la cuisse, excepté le muscle pectiné et la portion du muscle grand adducteur qui s'insère sur l'ischium ; innerve aussi le muscle obturateur externe	La peau à la partie haute de la face médiale de la cuisse
Nerf ischiatique	L4 à S3	Tous les muscles de la face postérieure de la cuisse et une partie du grand adducteur venu de l'ischium ; tous les muscles de la jambe et du pied	La peau à la face latérale de la jambe et du pied, et la plante et la face dorsale du pied
Nerf glutéal supérieur	L4 à S1	Les muscles de la région glutéale (moyen glutéal, petit glutéal, tenseur du fascia lata)	
Nerf glutéal inférieur	L5 à S2	Le muscle grand glutéal	
Nerf cutané latéral la cuisse	L2, L3		Le péritoine pariétal dans la fosse de iliaque ; la peau à la face antérolatérale de la cuisse
Nerf cutané postérieur de la cuisse	S1 à S3		La peau au niveau du pli glutéal, la partie haute médiale de la cuisse et le périnée voisin, la face postérieure de la cuisse et la face postérieure de la partie haute de la jambe
Nerf du carré fémoral	L4 à S1	Les muscles de la région glutéale (carré fémoral et jumeau inférieur)	
Nerf de l'obturateur interne	L5 à S2	Les muscles de la région glutéale (obturateur interne et jumeau supérieur)	
Nerf cutané perforant	S2, S3		La peau au niveau de la partie médiale du pli glutéal

cuisse où il se divise à un niveau variable en ses deux rameaux principaux :

- le nerf fibulaire commun ;
- le nerf tibial.

Les rameaux postérieurs de L4 à S2 sont présents dans une partie du nerf fibulaire commun et les rameaux antérieurs de L4 à S3 sont présents dans le nerf tibial.

Le nerf ischiatique innerve :

- tous les muscles du compartiment postérieur de la cuisse ;
- la portion du muscle grand adducteur venue de l'ischium ;
- tous les muscles de la jambe et du pied ;
- la peau de la face latérale de la jambe ainsi que le bord latéral et la plante du pied.

Nerfs glutéaux

Les nerfs glutéaux sont les nerfs moteurs de la région glutéale.

Le **nerf glutéal supérieur** (fig. 6.36 et tableau 6.1) est formé de fibres venues des racines antérieures de L4 à S1. Il quitte le pelvis à travers la grande incisure ischiatique au-dessus du muscle piriforme et innerve :

- les muscles moyen glutéal et petit glutéal ;
- le muscle tenseur du fascia lata.

Le **nerf glutéal inférieur** (fig. 6.36 et tableau 6.1) est formé de fibres nerveuses venues de L5 à S2. Il quitte le pelvis à travers la grande incisure ischiatique en passant au-dessous du muscle piriforme, et entre dans la région glutéale pour innerver le muscle grand glutéal.



Nerfs ilio-inguinal et génitofémoral

Les rameaux terminaux sensitifs du nerf ilio-inguinal (L1) et le nerf génitofémoral (L1, L2) descendent dans la cuisse venant du plexus lombal.

Le **nerf ilio-inguinal** vient de la partie haute du plexus lombal et descend en contournant la paroi abdominale entre les muscles transverse et oblique interne, puis passe dans le canal inguinal et quitte la paroi abdominale en traversant à travers l'anneau inguinal superficiel (fig. 6.36 et tableau 6.1). Ses rameaux terminaux innervent la peau de la face médiale de la partie haute de la cuisse et du périnée voisin.

Le **nerf génitofémoral** se dirige en bas et en avant et croise le muscle grand psoas sur la paroi postérieure de l'abdomen (fig. 6.36 et tableau 6.1). Son rameau génital innerve la partie antérieure du périnée. Son rameau fémoral pénètre dans la cuisse en passant sous le ligament inguinal en dehors de l'artère fémorale. Il devient superficiel pour innerver la peau au niveau de la partie centrale haute de la face antérieure de la cuisse.

Nerf cutané latéral de la cuisse

Le **nerf cutané latéral de la cuisse** vient des racines L2 et L3. Il quitte l'abdomen soit en passant à travers l'espace entre le ligament inguinal et l'os coxal médialement à l'épine iliaque antérosupérieure, soit en passant directement à travers le ligament inguinal (fig. 6.36 et tableau 6.1). Il innerve la peau de la face latérale de la cuisse.

Nerf du carré fémoral et nerf de l'obturateur interne

Le **nerf du carré fémoral** (L4 à S1) et le **nerf de l'obturateur interne** (L5 à S2) sont des nerfs de petite taille qui viennent du plexus sacral. Les deux nerfs passent à travers la grande incisure ischiatique au-dessous du muscle piriforme pour pénétrer dans la région glutéale (fig. 6.36 et tableau 6.1) :

- le nerf de l'obturateur interne innerve le muscle jumeau supérieur dans la région glutéale et fait un coude autour de l'épine ischiatique pour pénétrer dans le périnée à travers la petite incisure ischiatique et rejoindre la surface périnéale de l'obturateur interne ;
- le nerf du carré fémoral innerve le jumeau inférieur et le muscle carré fémoral.

Nerf cutané postérieur de la cuisse

Le **nerf cutané postérieur de la cuisse** réunit des fibres nerveuses venues de S1 à S3. Il quitte la cavité pelvienne en passant à travers la grande incisure sous le muscle piriforme (fig. 6.36 et tableau 6.1) et descend verticalement dans la région glutéale recouvert par le muscle grand glutéal puis pénètre dans la cuisse. Il innerve :

- une bande cutanée longitudinale à la face postérieure de la cuisse qui se poursuit à la partie haute de la jambe ;
- la peau au niveau du pli glutéal, à la partie haute médiale de la cuisse et le périnée adjacent.

Nerf perforant cutané

Le **nerf perforant cutané** est un petit nerf sensitif venu de S2 et S3. Il laisse la cavité pelvienne en pénétrant directement à travers le ligament sacrotubéral (fig. 6.36 et tableau 6.1). Il passe ensuite autour du bord inférieur du grand glutéal où son territoire cutané chevauche celui du nerf cutané postérieur de la cuisse innervant la peau au voisinage du pli glutéal.

Artères

Artère fémorale

La principale artère du membre inférieur est l'**artère fémorale** (fig. 6.37), qui prolonge l'artère iliaque externe située dans l'abdomen. L'artère iliaque externe devient l'artère fémorale en passant sous le ligament inguinal pour entrer dans le trigone fémoral à la face antérieure de la cuisse. Ses branches vascularisent presque totalement la cuisse, la jambe et le pied.

Artères glutéales supérieure et inférieure et artère obturatrice

D'autres vaisseaux vascularisent le membre inférieur. Ce sont les artères glutéales supérieure et inférieure et l'artère obturatrice (fig. 6.37).

Les **artères glutéales supérieure** et **inférieure** naissent dans la cavité pelvienne. Ce sont des branches de l'artère iliaque interne qui vascularisent la région glutéale. L'artère glutéale supérieure quitte le bassin en passant par la grande incisure ischiatique au-dessus du piriforme ; l'artère glutéale inférieure passe par le même orifice mais sous le piriforme.

L'**artère obturatrice** est aussi une branche de l'artère iliaque interne naissant dans la cavité pelvienne. Elle passe à travers le canal obturateur et vascularise le compartiment médial de la cuisse.

Les branches des artères glutéales supérieure et inférieure et de l'artère obturatrice, avec les branches de l'artère pudendale interne du périnée, forment un réseau anastomotique

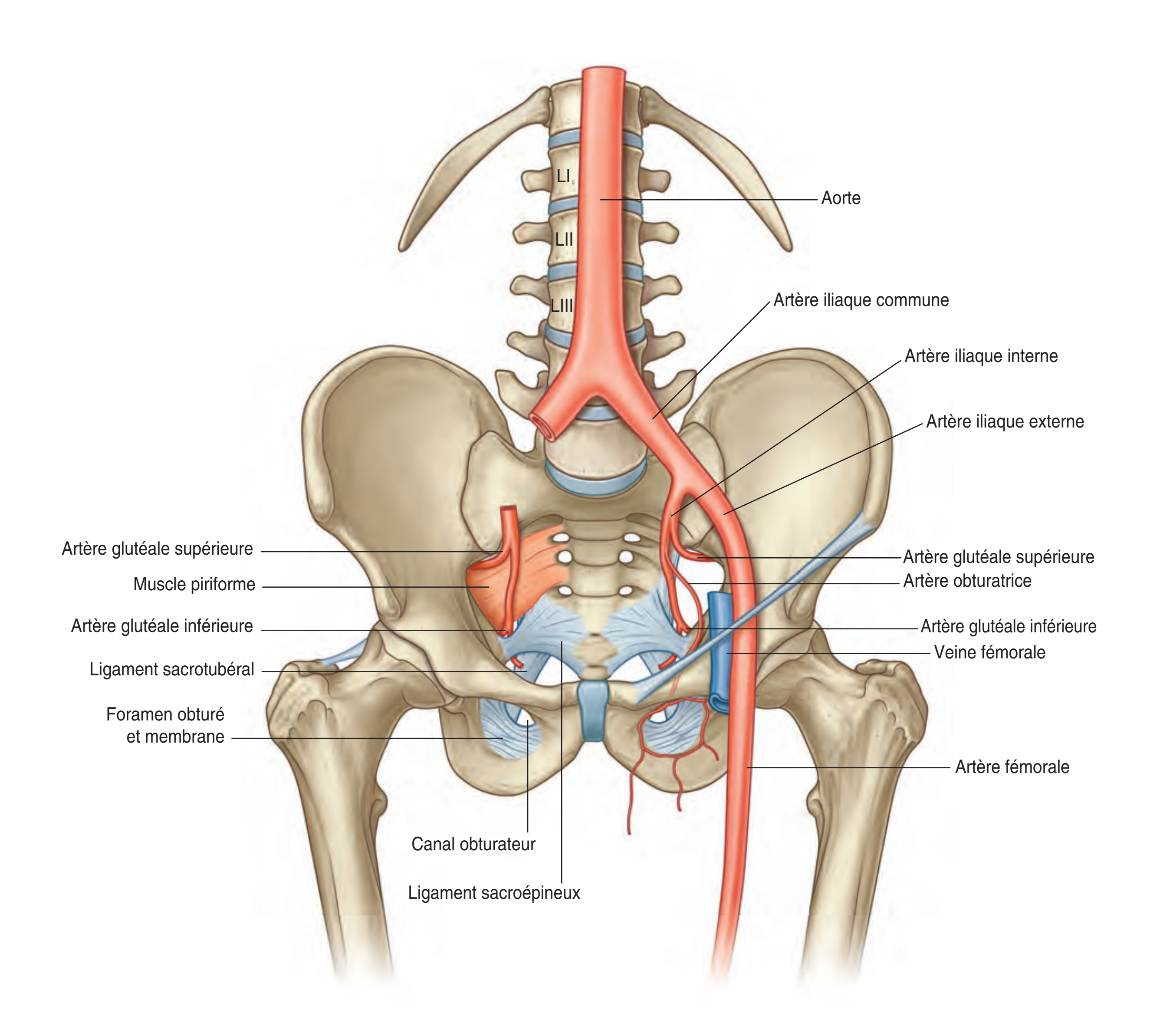


Figure 6.37 Artères du membre inférieur.



dans la partie haute de la cuisse et dans la région glutéale. La présence de ce réseau permet une circulation collatérale si un des vaisseaux est interrompu.

Veines

Les veines drainent le sang du membre inférieur : les veines profondes et les veines superficielles forment deux groupes.

Les veines profondes suivent en général les artères de même nom (fémorale, glutéale supérieure, glutéale inférieure et obturatrice). La veine profonde principale est la **veine fémorale** (fig. 6.38). Elle devient veine iliaque externe après son passage sous le ligament inguinal à son entrée dans l'abdomen.

Les veines superficielles siègent dans le tissu conjonctif sous-cutané et sont interconnectées avec les veines profondes. Les veines superficielles comprennent deux principaux vaisseaux : la veine grande saphène et la veine petite saphène. Les deux veines naissent de l'arc veineux dorsal du pied.

- La **veine grande saphène** a son origine à l'extrémité médiale de l'arc veineux dorsal du pied, puis monte sur le bord médial de la jambe, et pénètre le fascia profond pour se jeter dans la veine fémorale juste au-dessous du ligament inguinal.
- La **veine petite saphène** a son origine à l'extrémité latérale de l'arc veineux dorsal du pied, puis monte sur la face postérieure de la jambe, traversant le fascia profond pour se jeter dans la veine poplitée au niveau de la fosse poplitée. Au-dessus du genou, la veine poplitée devient veine fémorale.

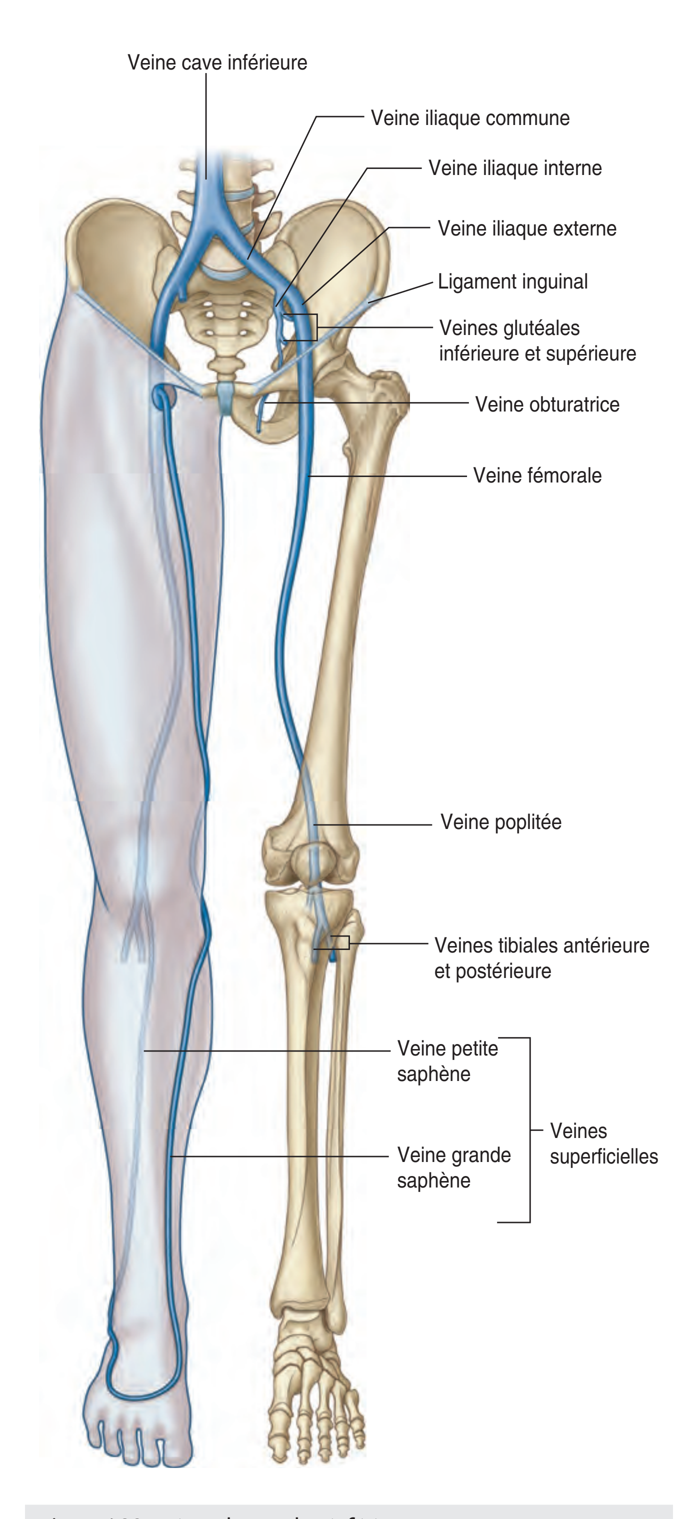


Figure 6.38 Veines du membre inférieur.

En clinique

Varices des membres inférieurs

Le flux normal du sang du membre inférieur de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané est drainé vers les veines superficielles puis à travers les perforantes vers les veines profondes qui, à leur tour, rejoignent les veines iliaques et la veine cave inférieure.

La circulation normale du sang dans le système veineux dépend de la présence de valvules efficaces qui empêchent le reflux. Le retour veineux est favorisé par les contractions musculaires qui chassent le sang vers le cœur. Quand les valvules deviennent inefficaces, elles provoquent une augmentation de la pression veineuse des veines en amont qui, à leur tour, peuvent devenir inefficaces. Cette pathologie provoque le développement de veines dilatées et tortueuses visibles sous la peau (varices) dans les territoires des veines saphènes.

Les varices surviennent plus fréquemment chez les femmes et sont souvent aggravées à l'occasion de la grossesse. Quelques individus ont une prédisposition génétique au développement des varices. Les valvules peuvent aussi être altérées après la survenue d'une thrombose veineuse profonde si le caillot a englobé la valvule. Durant le processus de guérison et après reperméabilisation de la veine, les valvules détruites ne peuvent plus assurer correctement leur fonction antireflux.

Les sites habituels d'insuffisance valvulaire sont la jonction de la veine grande saphène avec la veine fémorale dans le trigone fémoral, les perforantes à mi-cuisse et la jonction de la veine petite saphène avec la veine poplitée.

Au préjudice esthétique des varices s'ajoute le risque des altérations des tissus de voisinage dues à l'insuffisance chronique veineuse. Lorsque la pression veineuse s'élève, la pression augmente dans les veinules et les capillaires, endommageant les cellules. Le sang et les produits du sang infiltrent les tissus. Il en résulte une pigmentation brunâtre de la peau. Un eczéma veineux peut se développer. Dans les cas les plus sévères, une ulcération chronique peut survenir. Les ulcères variqueux sont difficiles à guérir ; ils peuvent nécessiter des semaines d'hospitalisation.

Les traitements des varices comportent les ligatures des valvules, l'excision par stripping (éveinage) des veines grande et petite saphènes et, dans certains cas, des reconstructions valvulaires.

En clinique

Thrombose veineuse profonde

Les thromboses peuvent survenir dans les veines profondes du membre inférieur et au niveau des veines pelviennes. L'étiologie des thromboses veineuses a été parfaitement définie par Virchow qui a décrit une triade devenue classique (stase veineuse, lésion de la paroi veineuse, formation du caillot).

Chez certains patients, une thrombose veineuse profonde des veines du mollet peut s'étendre à la veine fémorale. Le caillot peut se fragmenter et migrer vers le cœur puis dans la circulation pulmonaire, provoquant une occlusion de l'artère pulmonaire, un arrêt cardiorespiratoire et la mort.

Les patients devant subir un geste chirurgical peuvent développer une thrombose veineuse profonde. C'est pourquoi les malades chirurgicaux reçoivent des soins prophylactiques pour prévenir les thromboses profondes. Cette prévention comporte la prescription de médications anticoagulantes et différentes mesures pour éviter la stase veineuse : mobilisation précoce, bas de contention, etc.

Il faut noter la difficulté de faire un diagnostic précoce. Une douleur dans le mollet, une fièvre postopératoire et un œdème de la jambe sont des signes de valeur mais inconstants ou tardifs. Le diagnostic peut surtout être confirmé par l'examen par ultrasons (échographie-Doppler) ou, plus rarement, par une phlébographie.

Si la thrombose est confirmée, des anticoagulants oraux ou par voie veineuse sont immédiatement prescrits pour empêcher l'extension de la thrombose veineuse.

Lymphatiques

La plupart des vaisseaux lymphatiques du membre inférieur sont drainés vers les nœuds lymphatiques profonds et superficiels situés juste au-dessous du ligament inguinal (fig. 6.39).

Nœuds lymphatiques inguinaux superficiels

Les **nœuds lymphatiques inguinaux superficiels** sont environ une dizaine sur le fascia superficiel et disposés parallèlement au ligament inguinal à la partie haute de la cuisse. En dedans, ils s'étendent le long de la partie terminale de la veine grande saphène.

Les nœuds lymphatiques superficiels reçoivent la lymphe de la région glutéale, de la partie basse de la paroi abdominale, du périnée et des régions superficielles du membre inférieur. Ils se drainent dans les lymphatiques qui accompagnent les vaisseaux fémoraux vers les **nœuds lymphatiques iliaques externes** adjacents à l'artère iliaque externe dans l'abdomen.

Nœuds lymphatiques inguinaux profonds

Les **nœuds lymphatiques inguinaux profonds**, au nombre de trois environ, sont situés en dedans de la veine fémorale (fig. 6.39).

Nœuds iliaques externes
Nœuds inguinaux superficiels
Ligament inguinal
Nœuds inguinaux profonds
Veine grande saphène
Nœuds poplités (profonds) (derrière le genou)

Figure 6.39 Drainage lymphatique du membre inférieur.

Les vaisseaux profonds inguinaux reçoivent la lymphe venant du gland du pénis ou du clitoris dans le périnée. Ils sont connectés avec les nœuds lymphatiques superficiels et rejoignent les nœuds lymphatiques iliaques externes par l'intermédiaire des vaisseaux qui passent le long du bord médial de la veine fémorale sous le ligament inguinal. L'espace à travers lequel les vaisseaux lymphatiques passent sous le ligament inguinal est le canal fémoral.

Nœuds lymphatiques poplités

En plus des nœuds lymphatiques inguinaux, il y a un petit groupe de nœuds lymphatiques profonds à la face postérieure du genou situé le long des vaisseaux poplités (fig. 6.39). Ces **nœuds lymphatiques poplités** reçoivent la lymphe des vaisseaux superficiels accompagnant la veine petite saphène et drainent les zones profondes de la jambe et du pied. Ils se jettent finalement dans les nœuds lymphatiques superficiels et profonds inguinaux.

Fascia profond et hiatus saphène

Fascia lata

La face externe du fascia profond du membre inférieur forme une membrane qui, comme un bas, couvre le membre et s'étend sous le fascia superficiel (fig. 6.40A). Ce fascia profond est particulièrement épais à la cuisse et à la région glutéale où il est appelé **fascia lata**.

Le fascia lata est amarré en haut à l'os et aux parties molles le long d'une ligne d'insertion qui correspond au bord supérieur du membre inférieur. Commençant en avant et entourant latéra-

lement le membre, cette ligne d'insertion inclut le ligament inguinal, la crête iliaque, le sacrum, le coccyx, le ligament sacrotubéral, la branche inférieure et le corps et sa branche supérieure du pubis.

À sa partie inférieure, le fascia lata se continue avec le fascia profond de la jambe.

Tractus iliotibial

Le fascia lata est épaissi latéralement. Il forme une bande longitudinale (le **tractus iliotibial**) qui descend le long du bord latéral du membre du tubercule de la crête iliaque jusqu'à son insertion osseuse au-dessous de l'interligne articulaire du genou (fig. 6.40B).

Le fascia lata, dans sa partie haute dans la région glutéale, se divise en avant pour envelopper le muscle tenseur du fascia lata et en arrière pour envelopper le muscle grand glutéal.

- le muscle tenseur du fascia lata est partiellement inclus dans le fascia. Il s'insère à la partie supérieure et antérieure du tractus iliotibial.
- la plus grande partie du muscle grand glutéal s'insère à la partie postérieure du tractus iliotibial.

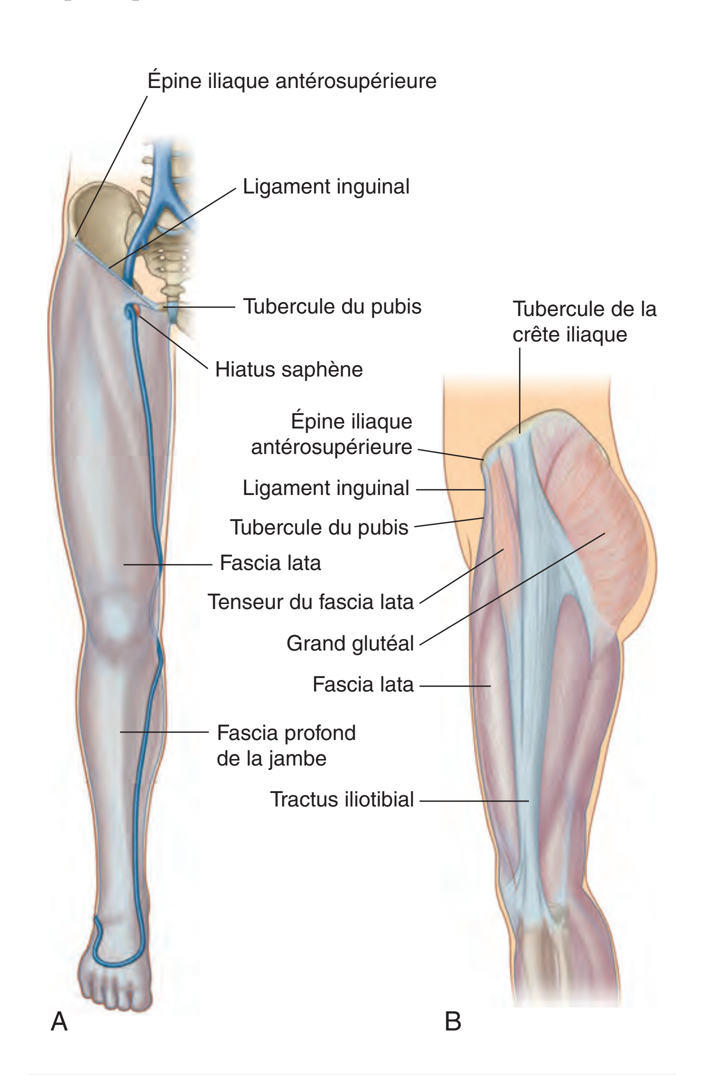


Figure 6.40 Fascia lata. **A.** Membre inférieur droit. Vue antérieure. **B.** Vue de profil.

Le tenseur du fascia lata et le muscle grand glutéal, travaillant ensemble grâce à leur insertion sur le tractus iliotibial, maintiennent la jambe en extension une fois que les autres muscles ont assuré l'extension de la jambe au niveau du genou. Le tractus iliotibial et ses deux muscles associés stabilisent l'articulation de la hanche en empêchant le déplacement latéral du fémur proximal. Il assure la coaptation de la tête fémorale dans l'acétabulum.

Hiatus saphène

Le fascia lata a une ouverture à la partie haute de la cuisse, juste au-dessous de la moitié médiale du ligament inguinal, appelée **hiatus saphène**. Elle permet à la veine grande saphène de traverser le fascia profond pour se jeter dans la veine fémorale (fig. 6.41).

La limite du hiatus saphène est formée par le bord libre du fascia (bord falciforme) qui descend du ligament inguinal et entoure le bord externe de la veine grande saphène pour s'attacher à la ligne pectinéale (pecten du pubis) de l'os coxal. La veine grande saphène se termine en formant une crosse qui traverse le fascia criblé du hiatus.

Trigone fémoral

Le trigone fémoral est une dépression formée par les muscles de la partie proximale de la cuisse à la jonction avec la paroi antérieure de l'abdomen et du membre inférieur (fig. 6.42).

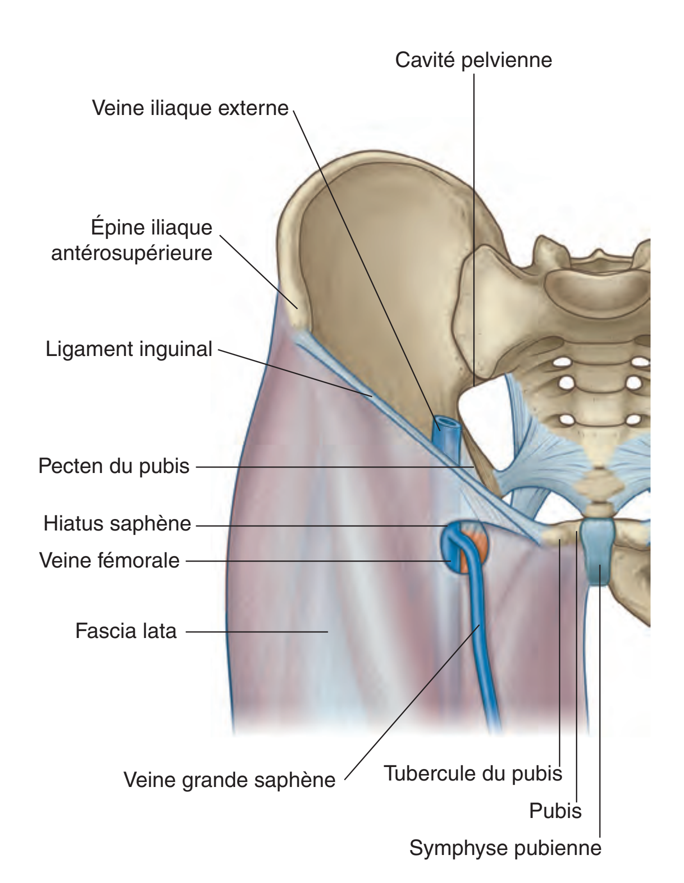


Figure 6.41 Anneau saphène. Vue antérieure.

- La base du trigone est le ligament inguinal.
- La limite médiale est le relief du muscle long adducteur appartenant au compartiment médial de la cuisse.
- Le bord latéral est le bord médial du muscle sartorius dans le compartiment antérieur de la cuisse.
- Le plancher est formé médialement par les muscles pectiné et long adducteur du compartiment médial de la cuisse et latéralement par le muscle iliopsoas venu de l'abdomen.
- Le sommet du trigone fémoral pointe vers le bas et est prolongé par le **canal des adducteurs** qui descend médialement à la cuisse pour rejoindre un hiatus à la partie la plus basse du plus grand muscle adducteur de la cuisse (muscle grand adducteur) s'ouvrant dans la fosse poplitée à la face postérieure du genou.

Le nerf fémoral et l'artère fémorale, accompagnés de la veine fémorale et des lymphatiques, passent de l'abdomen au membre inférieur sous le ligament inguinal puis traversent le trigone fémoral (fig. 6.43). L'artère fémorale est contenue avec la veine fémorale dans la gaine fémorale, et descend dans le canal des adducteurs. Ils traversent l'anneau du grand adducteur et sont en continuité avec les vaisseaux poplités derrière le genou. Ils rejoignent les rameaux terminaux du nerf ischiatique qui descendent à la face postérieure de la cuisse venant de la région glutéale.

De dehors en dedans, les principaux éléments du trigone fémoral sont le nerf fémoral, l'artère fémorale, la veine fémorale et les vaisseaux lymphatiques. L'artère fémorale peut être palpée dans le trigone fémoral juste au-dessous du ligament inguinal, à mi-chemin entre l'épine iliaque antérosupérieure et la symphyse pubienne.

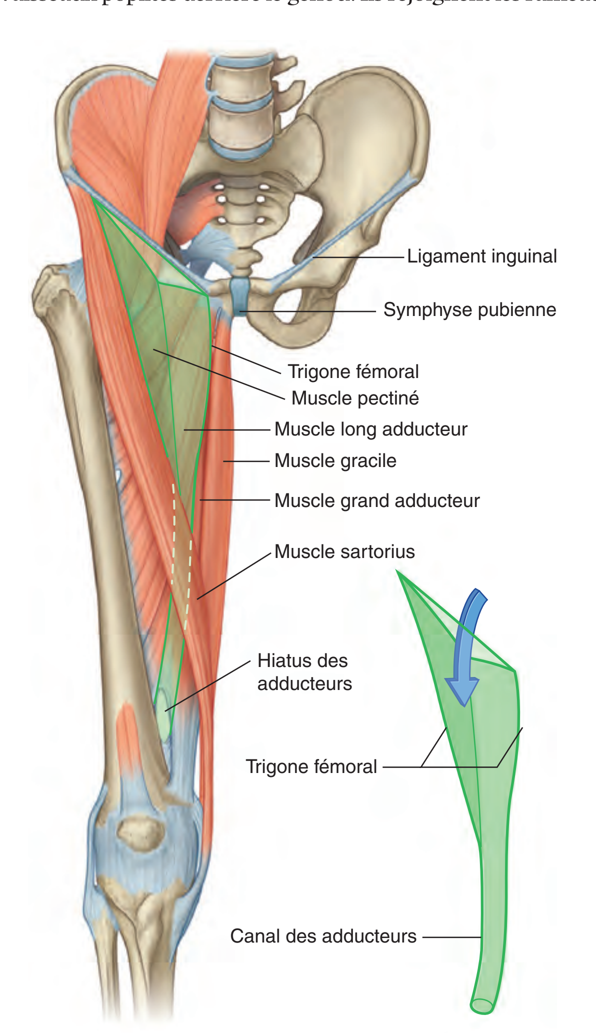


Figure 6.42 Limites du trigone fémoral.

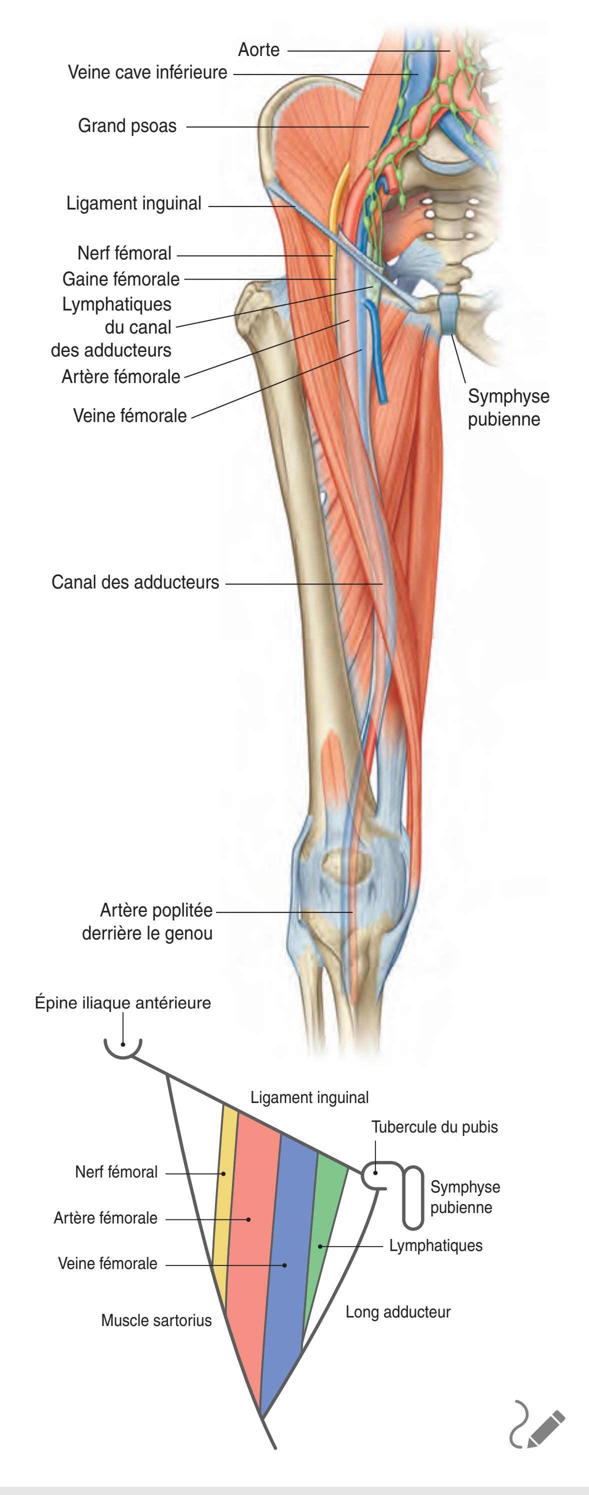


Figure 6.43 Contenu du trigone fémoral.

Gaine fémorale

Dans le trigone fémoral, l'artère, la veine fémorale et les lymphatiques satellites sont entourés par une gaine de fascia en forme d'entonnoir : la **gaine fémorale**. Cette gaine se poursuit en haut avec le fascia transversalis et le fascia iliaque de l'abdomen, et se termine à son extrémité distale par du tissu conjonctif. Chacun des vaisseaux dans la gaine fémorale comporte sa gaine propre. Le compartiment médial le plus important (le canal fémoral) contient les lymphatiques et a une forme conique. L'ouverture de ce canal en haut est un point faible de la partie inférieure de la paroi abdominale et est parfois le siège de hernies. Le nerf fémoral est latéral et n'est pas à l'intérieur de la gaine fémorale.

En clinique

Accès aux vaisseaux du membre inférieur

L'artère fémorale et la veine fémorale sont situées en profondeur au-dessous du ligament inguinal.

L'artère fémorale est palpable et peut être perçue par ses battements à l'aplomb de la tête fémorale et être aisément localisée par les ultrasons. En cas d'urgence, l'accès de ces deux vaisseaux est aisé.

De nombreux procédés radiologiques utilisent le cathétérisme de l'artère ou de la veine fémorale pour obtenir des informations sur le membre controlatéral ou du même côté, mais aussi sur les vaisseaux du thorax et de l'abdomen et la vascularisation cérébrale.

Les cardiologues utilisent aussi l'artère fémorale pour introduire des cathéters dans les vaisseaux permettant l'exploration de l'arc aortique et des artères coronaires. Ces techniques permettent de pratiquer des angiographies et des angioplasties des artères coronaires.

L'accès à la veine fémorale permet d'introduire des cathéters dans les veines rénales, les veines génitales, l'atrium droit, le côté droit du cœur incluant l'artère pulmonaire et les vaisseaux de l'arbre pulmonaire. L'accès à la veine cave supérieure et aux grosses veines du cou est également possible.

RÉGION GLUTÉALE

La région glutéale est postérolatérale par rapport à l'os coxal et à l'extrémité proximale du fémur (fig. 6.44). Les muscles dans cette région écartent, étendent et tournent en dehors le fémur par rapport à l'os coxal.

La région glutéale communique en avant et en dedans avec la cavité pelvienne à travers les grandes et petites incisures ischiatiques. Plus bas, elle se continue avec la face postérieure de la cuisse.

Le nerf ischiatique entre dans le membre inférieur venant de la cavité pelvienne en passant à travers la grande incisure ischiatique, puis descend à travers la région glutéale pour atteindre la face postérieure de la cuisse, la jambe et le pied.

Le nerf pudendal et les vaisseaux pudendaux internes venus de la cavité pelvienne et du périnée traversent la grande incisure ischiatique pour entrer dans la région glutéale et passent immédiatement à travers la petite incisure ischiatique pour rejoindre le périnée. Le nerf de l'obturateur interne et du jumeau supérieur suit un trajet similaire. Les autres nerfs et vaisseaux qui passent à travers la grande incisure ischiatique venant de la cavité pelvienne sont destinés à la région glutéale.

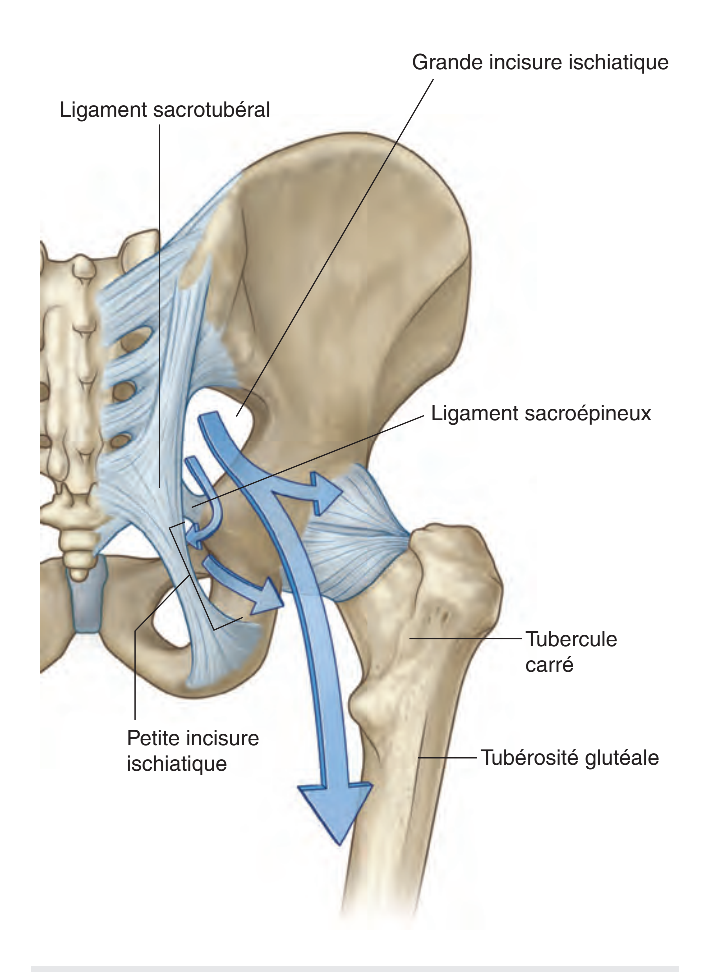


Figure 6.44 Région glutéale. Vue postérieure.



Muscles

Les muscles de la région glutéale (tableau 6.2) sont divisés en deux groupes :

- un groupe profond de petits muscles qui sont des rotateurs externes du fémur. Il comprend le piriforme, l'obturateur interne, le jumeau supérieur, le jumeau inférieur et le carré fémoral ;
- un groupe superficiel de muscles plus importants qui, en majorité, écartent et étendent le fémur, et qui comprend le petit glutéal, le moyen glutéal, le grand glutéal et le tenseur du fascia lata. Ces deux derniers muscles stabilisent le genou en extension en agissant sur une bande longitudinale du fascia profond appelée le tractus iliotibial. Ce tractus passe à la face latérale de la cuisse pour s'attacher à la partie proximale du tibia au niveau de la jambe.

La plupart des nerfs importants de la région glutéale sont situés entre les deux plans musculaires superficiel et profond.

Groupe profond

Piriforme

Le **muscle piriforme** est le plus supérieur des muscles du groupe profond (fig. 6.45). C'est un muscle de la paroi pelvienne et de la région glutéale (voir chapitre 5). Il prend naissance entre les foramens sacraux antérieurs de la face antérolatérale du sacrum et se dirige latéralement et en bas pour traverser la grande incisure ischiatique.

Dans la région glutéale, le piriforme passe en arrière de la hanche et s'insère sur une facette sur le bord supérieur du grand trochanter.

Tableau 6.2 Muscles de la région glutéale.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Piriforme	Face antérieure du sacrum entre les foramens antérieurs sacraux	Côté médial du bord supérieur du grand trochanter	Branches de, S1 et **S2**	Rotation latérale du fémur en extension de la hanche ; écarte le fémur en flexion de la hanche
Obturateur interne	Face interne de la membrane obturatrice et de l'os voisin du foramen obturé	Côté médial du grand trochanter	Nerf de l'obturateur interne (L5, **S1**)	Rotation latérale du fémur la hanche en extension ; abduction du fémur la hanche fléchie
Jumeau supérieur	Surface externe de l'épine ischiatique	Chemine le long du bord supérieur du muscle obturateur interne et se fixe sur le côté médial du grand trochanter du fémur avec le tendon de l'obturateur interne	Nerf de l'obturateur interne (L5, S1)	Rotation latérale du fémur étendu ; abduction la hanche fléchie
Jumeau inférieur	Partie supérieure de la tubérosité ischiatique	Chemine le long du bord inférieur du tendon de l'obturateur interne et s'insère sur le côté médial du grand trochanter avec le tendon de l'obturateur interne	Nerf du carré fémoral (**L5, S1**)	Rotation latérale de la hanche en extension ; abduction de la hanche fléchie
Carré fémoral	Face latérale de l'ischium juste en avant de la tubérosité ischiatique	Tubercule carré sur la crête intertrochantérique du fémur proximal	Nerf du carré fémoral (**L5, S1**)	Rotation latérale de la hanche
Muscle petit glutéal	Face externe de l'ilium entre les lignes glutéales inférieure et antérieure	Facette linéaire sur la face antérolatérale du grand trochanter	Nerf glutéal supérieur (**L4, L5, S1**)	Abduction du fémur ; maintient le pelvis pendant le temps d'élévation du membre inférieur ; empêche la chute du bassin du côté opposé au membre en appui pendant la marche ; abduction et rotation médiale de la cuisse
Muscle moyen glutéal	Face externe de l'ilium entre les lignes glutéales antérieure et postérieure	Facette allongée sur la face latérale du grand trochanter	Nerf glutéal supérieur (**L4, L5,** S1)	Abduction du fémur ; maintient le bassin pendant le temps d'élévation du membre inférieur ; empêche la chute du bassin du côté opposé durant la marche ; abduction de la cuisse et rotation médiale par ses fibres antérieures et rotation latérale par ses fibres postérieures
Muscle grand glutéal	Fascia recouvrant le moyen glutéal, face externe de l'ilium derrière la ligne glutéale postérieure, fascia du muscle érecteur du rachis, face dorsale de la partie basse du sacrum, bord latéral du coccyx, face externe du ligament sacrotubéral	Bord postérieur du tractus iliotibial et tubérosité glutéale du fémur proximal	Nerf glutéal inférieur (**L5, S1,** S2)	Extenseur puissant du fémur la hanche fléchie ; stabilisateur de la hanche et du genou ; abducteur et rotateur latéral de la cuisse
Tenseur du fascia lata	Bord latéral de la crête iliaque entre l'épine iliaque antérosupérieure et le tubercule de la crête	Tractus iliotibial	Nerf glutéal supérieur (**L4, L5,** S1)	Stabilise le genou en extension

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Le piriforme est un rotateur externe de la hanche et un abducteur de la hanche. Il est innervé dans la cavité pelvienne par le nerf du piriforme qui provient des nerfs spinaux L5, S1 et S2 du plexus sacral.

En plus de son action sur la hanche, le muscle piriforme est un important repère, car il divise la grande incisure ischiatique en deux régions distinctes : une située au-dessus, l'autre au-dessous du muscle piriforme. Les vaisseaux et les nerfs venus du pelvis pour rejoindre la région glutéale traversent la grande incisure ischiatique soit au-dessus, soit au-dessous du piriforme.

Obturateur interne

Le **muscle obturateur interne**, comme le piriforme, est un muscle de la paroi pelvienne destiné à la région glutéale (fig. 6.45). En forme d'éventail, le muscle s'insère sur la face médiale de la membrane obturatrice et sur l'os avoisinant du foramen obturé. Le plancher pelvien est amarré à une bande fibreuse qui croise la face médiale du muscle. Le muscle obturateur interne forme :

- la paroi antérolatérale de la cavité pelvienne au-dessus du plancher pelvien ;
- la paroi latérale de la fosse ischioanale du périnée au-dessous du plancher pelvien.

Les fibres du muscle obturateur interne convergent latéralement pour former un tendon qui fait un angle de 90° autour de l'ischium entre l'épine ischiatique et la tubérosité ischiatique, et passe à travers la petite incisure ischiatique pour pénétrer dans la région glutéale. Le tendon se porte en arrière vers l'articulation de la hanche et s'attache sur la face médiale du bord supérieur du grand trochanter, juste au-dessous de l'insertion du muscle piriforme.

L'obturateur est un rotateur externe de la hanche et un abducteur du fémur. Il est innervé par le nerf de l'obturateur interne.

Jumeaux supérieur et inférieur

Les muscles jumeaux supérieur et inférieur sont une paire de muscles triangulaires en rapport avec les bords supérieur et inférieur de l'obturateur interne (fig. 6.45).

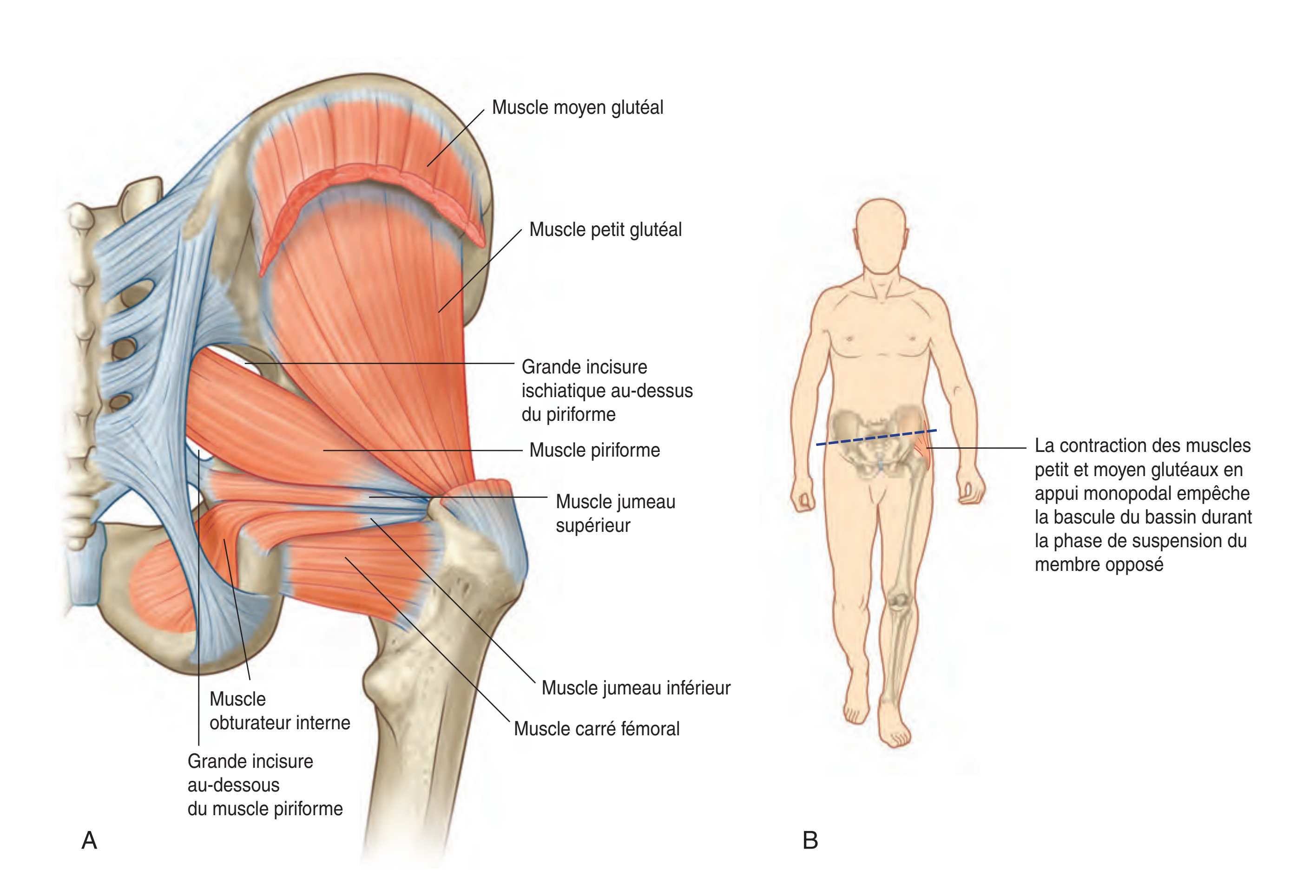


Figure 6.45 Muscles profonds de la région glutéale. **A.** Vue postérieure. **B.** Fonction.

- La base du **jumeau supérieur** naît de la face externe de l'épine ischiatique ;
- La base du **jumeau inférieur** naît de la partie supérieure de la tubérosité ischiatique.

Les fibres des muscles jumeaux s'attachent le long du tendon de l'obturateur interne, et les extrémités des deux muscles s'insèrent avec le tendon de l'obturateur interne sur le grand trochanter.

Le jumeau supérieur est innervé par le nerf de l'obturateur interne, et le jumeau inférieur par le nerf du carré fémoral. Les muscles jumeaux agissent comme le muscle obturateur interne et tournent le fémur latéralement et l'écartent au niveau de la hanche.

Carré fémoral

Le muscle **carré fémoral** est le plus inférieur des muscles du groupe profond de la région glutéale (fig. 6.45). C'est un muscle rectangulaire et plat situé au-dessous de l'obturateur interne.

Le carré fémoral est inséré à son extrémité médiale sur une ligne rugueuse de la face latérale de l'ischium juste en avant de la tubérosité ischiatique et, à l'autre extrémité, se fixe au tubercule carré sur la crête intertrochantérique du fémur proximal.

Le carré fémoral tourne en dehors le fémur à la hanche et est innervé par le nerf du carré fémoral.

Groupe superficiel

Muscles petit glutéal et moyen glutéal

Les muscles petit glutéal et moyen glutéal sont deux muscles du groupe superficiel de la région glutéale (fig. 6.45).

Muscle petit glutéal

Le muscle **petit glutéal** a une forme en éventail. Il s'insère sur la face externe de l'aile iliaque entre les lignes glutéales inférieure et antérieure. Les fibres musculaires convergent en dehors et en bas pour former un tendon qui se fixe sur une large facette à la face antérolatérale du grand trochanter.

Muscle moyen glutéal

Le muscle **moyen glutéal** recouvre le petit glutéal et a aussi une forme en éventail. Il a une large insertion sur la face externe de l'aile iliaque entre les lignes glutéales antérieure et postérieure. Il s'attache à une facette allongée sur la face latérale du grand trochanter.

Les muscles petit et moyen glutéaux sont abducteurs de la hanche, écartent le fémur au niveau de la hanche et empêchent ou réduisent la chute du bassin du côté opposé lors de l'appui monopodal (fig. 6.45B). Les deux muscles sont innervés par le nerf glutéal supérieur.

Muscle grand glutéal

Le grand glutéal est le plus gros muscle de la région glutéale et recouvre la plupart des autres muscles glutéaux (fig. 6.46).

En clinique

Le signe de Trendelenburg

Le signe de Trendelenburg survient chez les patients qui ont une faiblesse ou une paralysie des muscles abducteurs (moyen et petit glutéaux) de la hanche. Le signe est mis en évidence en demandant au patient de se tenir sur la jambe blessée. Lorsque le patient se tient sur le membre blessé, le bassin bascule et ne peut rester aligné.

Les signes sont positifs dans les cas de lésion du nerf glutéal supérieur. La lésion du nerf peut être liée à une fracture au niveau de la grande incisure ischiatique ou à des manœuvres lors d'une chirurgie de la hanche ayant provoqué un traumatisme du nerf et l'atrophie consécutive du muscle moyen glutéal.

Chez les patients ayant un signe de Trendelenburg, la marche est anormale. Notamment lors de la phase d'appui sur la jambe blessée, les muscles abducteurs affaiblis favorisent la bascule du bassin. Le patient compense la chute du bassin en basculant le tronc du côté lésé pour maintenir le niveau du bassin pendant la marche.

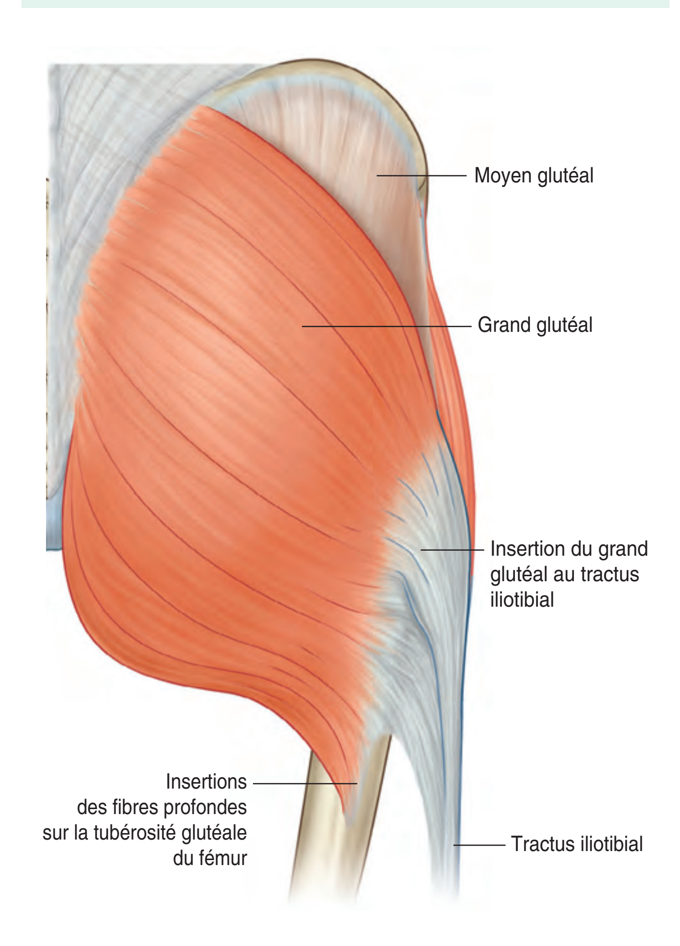


Figure 6.46 Muscle grand glutéal. Vue postérieure.

Le muscle, de forme quadrangulaire, a de nombreuses insertions :

- à la surface rugueuse de l'aile iliaque derrière la ligne glutéale postérieure ;
- le long de la face dorsale de la partie basse du sacrum et de la face latérale du coccyx ;
- à la surface externe du ligament sacrotubéral ;
- au fascia recouvrant le muscle moyen glutéal ;
- au fascia recouvrant le muscle érecteur du rachis.

Il est souvent décrit comme étant inclus entre deux couches du fascia lata qui recouvrent la cuisse et la région glutéale.

Latéralement, la partie haute et les parties superficielles les plus basses du grand glutéal s'insèrent à la partie postérieure d'un épaississement du fascia lata formant le tractus iliotibial, qui passe sur la face latérale du grand trochanter et descend à la cuisse jusqu'à la partie haute de la jambe. Les fibres profondes distales s'insèrent sur la tubérosité glutéale du fémur.

Le grand glutéal est surtout un extenseur de la cuisse au niveau de la hanche. Par son insertion sur le tractus iliotibial, il stabilise aussi le genou et la hanche. Il est innervé par le nerf glutéal inférieur.

Tenseur du fascia lata

Le muscle tenseur du fascia lata est le plus antérieur des muscles du groupe superficiel des muscles de la région glutéale. Il recouvre le petit glutéal et la partie antérieure du moyen glutéal (fig. 6.47).

Le tenseur du fascia lata naît au bord externe de la crête iliaque entre l'épine iliaque antérosupérieure et le tubercule de la crête. Les fibres musculaires descendent se fixer au bord antérieur du tractus iliotibial du fascia profond, qui s'étend sur la face latérale de la cuisse et va se fixer à l'extrémité supérieure du tibia. Comme le grand glutéal, le muscle tenseur du fascia lata est inclus dans un dédoublement du fascia lata.

Le muscle tenseur du fascia lata stabilise le genou en extension par son action sur le tractus iliotibial. Par sa situation à la face latérale du grand trochanter, il stabilise la hanche en maintenant la tête fémorale dans l'acétabulum (fig. 6.47). Il est innervé par le nerf glutéal supérieur.

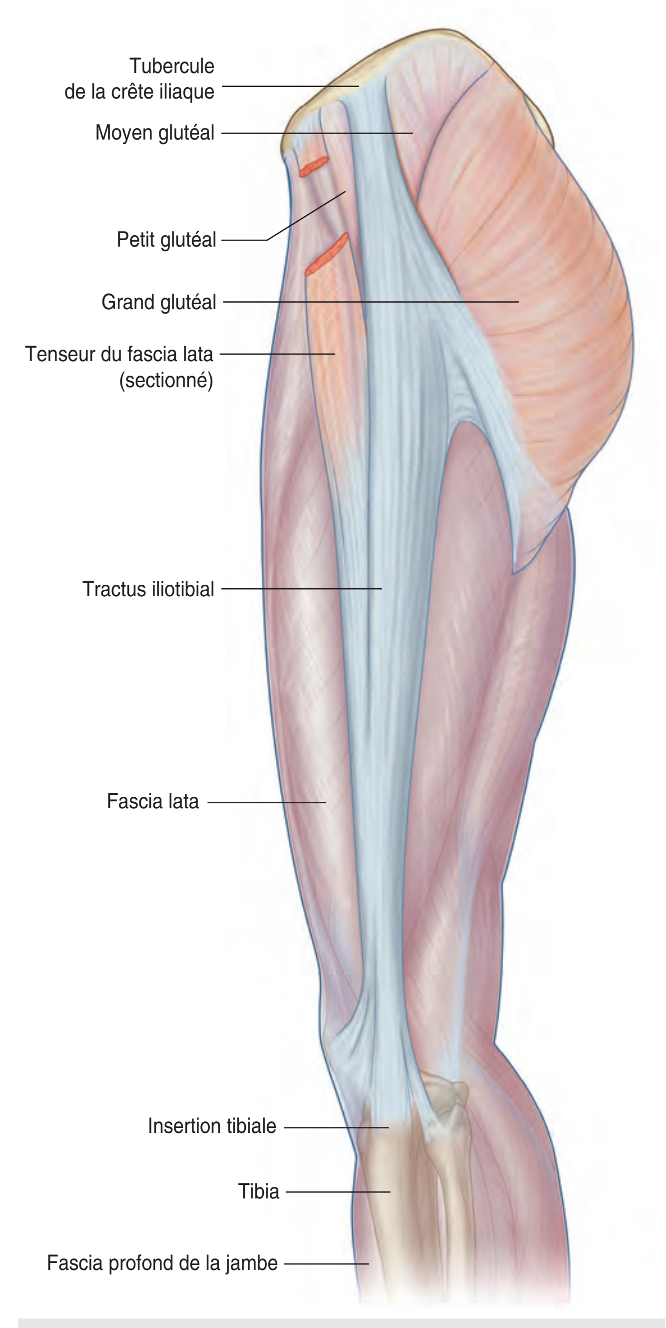


Figure 6.47 Tenseur du fascia lata. Région glutéale gauche. Vue latérale.

Nerfs

Sept nerfs venant du pelvis pénètrent dans la région glutéale à travers la grande incisure ischiatique (fig. 6.48) : le nerf glutéal supérieur, le nerf ischiatique, le nerf du carré fémoral, le nerf de l'obturateur interne, le nerf cutané postérieur de la cuisse, le nerf pudendal et le nerf glutéal inférieur.

Un nerf supplémentaire, le nerf perforant cutané, entre directement dans la région glutéale en passant à travers le ligament sacrotubéral.

Quelques-uns de ces nerfs, tels le nerf ischiatique et le nerf pudendal, ne font que traverser la région glutéale en route pour une autre région. D'autres nerfs, tels les nerfs glutéaux supérieur et inférieur, innervent les structures de la région glutéale. Beaucoup de nerfs dans la région glutéale sont dans le plan entre les groupes superficiel et profond des muscles de la région.

Nerf glutéal supérieur

De tous les nerfs qui traversent la grande incisure ischiatique, le nerf glutéal supérieur est le seul qui passe au-dessus du muscle piriforme (fig. 6.48). Après sa pénétration dans la



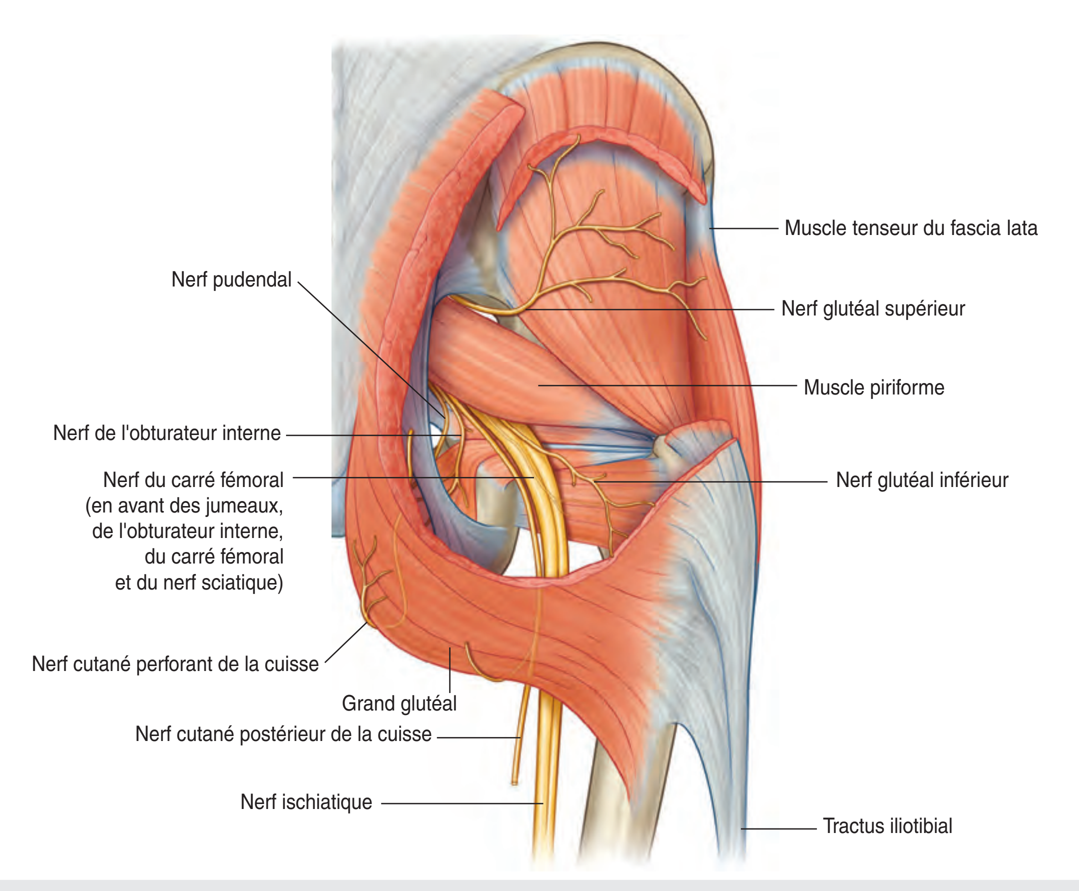


Figure 6.48 Nerfs de la région glutéale. Vue postérieure.

région glutéale, le nerf fait un coude autour du bord inférieur du muscle petit glutéal et se porte en avant et latéralement dans le plan entre muscles petit glutéal et moyen glutéal.

Le nerf glutéal supérieur innerve les deux muscles moyen et petit glutéaux et se termine en innervant le tenseur du fascia lata.

Nerf ischiatique

Le nerf ischiatique entre dans la région glutéale à travers la grande incisure ischiatique en passant sous le muscle piriforme (fig. 6.48). Il descend dans le plan entre les muscles superficiels et profonds de la région glutéale, croisant la face postérieure d'abord de l'obturateur interne et des jumeaux puis du carré fémoral. Il est situé profondément sous le muscle grand glutéal à mi-chemin entre la tubérosité ischiatique et le grand trochanter. Au bord inférieur du muscle carré fémoral, le nerf ischiatique entre dans la face postérieure de la cuisse.

Le nerf ischiatique est le plus gros nerf du corps. Il innerve tous les muscles du compartiment postérieur de la cuisse qui fléchissent le genou et tous les muscles qui animent la cheville et le pied. Il innerve aussi une grande partie du revêtement cutané du membre inférieur.

Nerf du carré fémoral

Le nerf du carré fémoral entre dans la région glutéale à travers la grande incisure ischiatique en passant sous le muscle piriforme et en avant du nerf ischiatique (fig. 6.48). À la différence des autres nerfs de la région glutéale, le nerf du carré fémoral est situé en avant du plan des muscles profonds et du nerf ischiatique.

Le nerf du carré fémoral descend le long de l'ischium en avant du tendon du muscle obturateur interne et des muscles jumeaux, et atteint le carré fémoral qu'il innerve. Il donne un rameau au muscle jumeau inférieur.

Nerf de l'obturateur interne

Le nerf de l'obturateur interne entre dans la région glutéale en traversant la grande incisure ischiatique sous le piriforme. Il est situé entre le nerf cutané postérieur de la cuisse et le nerf pudendal (fig. 6.48). Il donne un petit rameau au muscle jumeau supérieur puis il contourne en arrière l'épine ischiatique pour entrer dans la fosse ischiorectale et innerver le muscle obturateur interne par sa face médiale dans le périnée.

En clinique

Injections intramusculaires
Il est parfois nécessaire d'administrer des médicaments par voie intramusculaire, c'est- à-dire par injection directe dans le muscle. Cette pratique ne doit pas léser les structures nerveuses et vasculaires. Un site typique d'injection intramusculaire est la région glutéale. Le nerf ischiatique traverse la région et doit être évité. Le siège le plus sûr est l'injection intramusculaire dans le quadrant supérieur et latéral.

La région glutéale peut être divisée en quadrants par deux lignes imaginaires dessinées en utilisant des repères osseux palpables (fig. 6.49). Une ligne descend verticalement du point le plus élevé de la crête iliaque. Une autre ligne horizontale croisant la première passe à mi-chemin entre le point le plus élevé de la crête iliaque et le plan horizontal au niveau de la tubérosité ischiatique.

Il est important de se rappeler que la région glutéale s'étend aussi en avant jusqu'à l'épine iliaque antérosupérieure. Le nerf ischiatique traverse la partie la plus élevée du quadrant médial inférieur puis descend le long du bord médial du quadrant latéral inférieur.

Parfois, le nerf ischiatique se divise en ses deux rameaux terminaux, le nerf tibial et le nerf fibulaire commun dans le pelvis. Dans ce cas, le nerf fibulaire commun rejoint la région glutéale à travers le muscle piriforme, ou même au-dessus.

Le nerf glutéal supérieur et les vaisseaux, normalement, entrent dans la région glutéale en passant au-dessus du muscle piriforme et se dirigent vers le haut et latéralement.

Le coin antérieur du quadrant supérieur latéral est normalement utilisé pour les injections afin d'éviter tout traumatisme du nerf ischiatique et des autres nerfs et vaisseaux de la région. Une aiguille placée dans cette région atteint le moyen glutéal en avant et au-dessus du bord du grand glutéal.

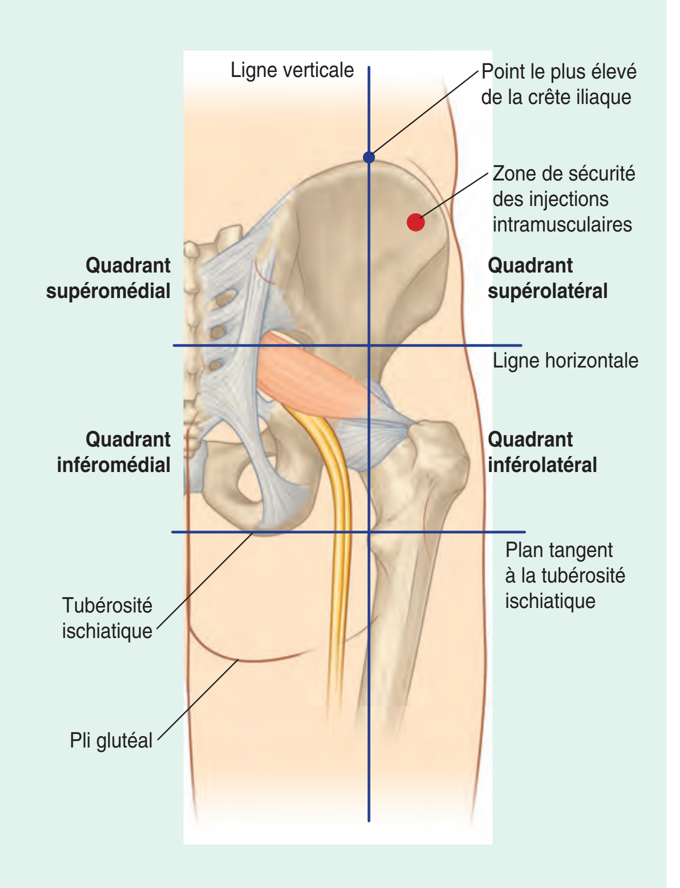


Figure 6.49 Siège des injections intramusculaires de la région glutéale.

Nerf cutané postérieur de la cuisse

Le nerf cutané postérieur de la cuisse pénètre dans la région glutéale par la grande incisure ischiatique sous le muscle piriforme et immédiatement en dedans du nerf ischiatique (fig. 6.48). Il descend dans la région glutéale juste en avant du muscle grand glutéal et entre dans la partie postérieure de la cuisse.

Le nerf cutané postérieur de la cuisse donne un grand nombre de rameaux glutéaux qui contournent le bord inférieur du muscle grand glutéal pour innerver la peau au niveau du pli glutéal. Un petit rameau périnéal situé médialement contribue à l'innervation du scrotum ou de la grande lèvre dans le périnée. Le tronc principal du nerf cutané postérieur de la cuisse descend dans la cuisse et donne des rameaux qui vont innerver la peau de la face postérieure de la cuisse et de la jambe.

Nerf pudendal

Le nerf pudendal entre dans la région glutéale par la grande incisure ischiatique en passant sous le muscle piriforme et en dedans du nerf ischiatique (fig. 6.48). Il passe sur le ligament sacroépineux puis pénètre immédiatement à travers la petite incisure ischiatique dans la région périnéale. Le passage du nerf pudendal dans la région glutéale est court et le nerf est souvent caché par le bord supérieur du ligament sacrotubéral.

Le nerf pudendal est le plus important nerf somatique du périnée et ne donne aucun rameau dans la région glutéale.

Nerf glutéal inférieur

Le nerf glutéal inférieur entre dans la région glutéale par la grande incisure ischiatique sous le muscle piriforme et chemine à la face postérieure du nerf ischiatique (fig. 6.48). Il pénètre dans le muscle grand glutéal qu'il innerve.

Nerf perforant cutané

Le nerf perforant cutané est le seul nerf de la région glutéale qui ne pénètre pas dans la région en passant par la grande incisure ischiatique. C'est un petit nerf qui se détache du plexus sacral dans la cavité pelvienne et perfore le ligament sacro-tubéral. Il décrit alors une boucle autour du bord inférieur du muscle grand glutéal et assure l'innervation cutanée en regard de la partie médiale du muscle grand glutéal (fig. 6.48).

Artères

Deux artères entrent dans la région glutéale venant de la cavité pelvienne en traversant la grande incisure ischiatique : l'artère glutéale inférieure et l'artère glutéale supérieure (fig. 6.50). Elles irriguent la région glutéale et la cuisse et ont d'importantes anastomoses avec les branches de l'artère fémorale.

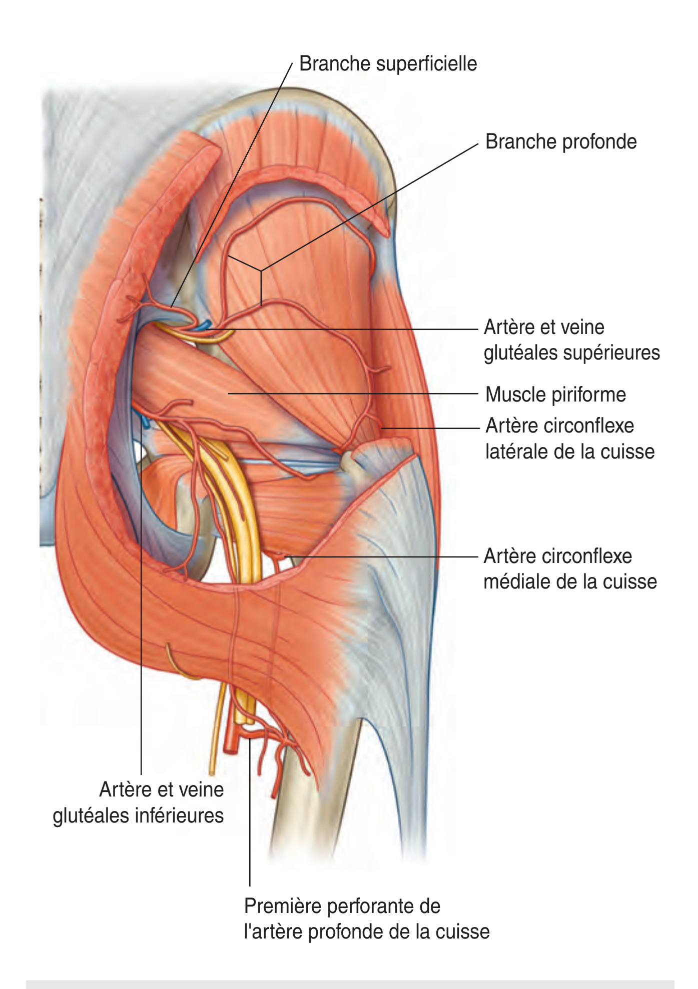


Figure 6.50 Artères de la région glutéale. Vue postérieure.

Artère glutéale inférieure

L'artère glutéale inférieure naît du tronc antérieur de l'artère iliaque interne dans la cavité pelvienne. L'artère sort de la cavité pelvienne avec le nerf glutéal inférieur en traversant la grande incisure ischiatique sous le muscle piriforme (fig. 6.50).

L'artère glutéale inférieure irrigue les muscles voisins et descend dans la région glutéale et dans la cuisse où elle irrigue les structures voisines et s'anastomose avec les branches perforantes de l'artère fémorale. Elle donne aussi une branche au nerf ischiatique.

Artère glutéale supérieure

L'artère glutéale supérieure naît du tronc postérieur de l'artère iliaque interne dans la cavité pelvienne. Elle passe avec le nerf glutéal supérieur à travers la grande incisure ischiatique au-dessus du muscle piriforme (fig. 6.50). Dans la région glutéale, elle se divise en une branche superficielle et une branche profonde :

- la branche superficielle chemine à la face profonde du muscle grand glutéal ;
- la branche profonde passe entre les muscles moyen et petit glutéaux.

En plus de la vascularisation des muscles voisins, l'artère glutéale supérieure participe à la vascularisation de l'articulation de la hanche. Des branches de l'artère s'anastomosent avec les artères circonflexes médiale et latérale venues de l'artère fémorale profonde à la cuisse, et avec l'artère glutéale inférieure (fig. 6.51).

Veines

Les veines glutéales inférieure et supérieure suivent les artères glutéales inférieure et supérieure dans la cavité pelvienne où elles rejoignent le plexus veineux pelvien. En périphérie, les veines s'anastomosent avec les veines glutéales superficielles, qui vont se drainer en avant dans la veine fémorale.

Lymphatiques

Les vaisseaux lymphatiques profonds de la région glutéale accompagnent les vaisseaux dans la cavité pelvienne et se connectent avec les nœuds lymphatiques iliaques internes.

Les lymphatiques superficiels se drainent dans les nœuds lymphatiques inguinaux superficiels à la face antérieure de la cuisse.

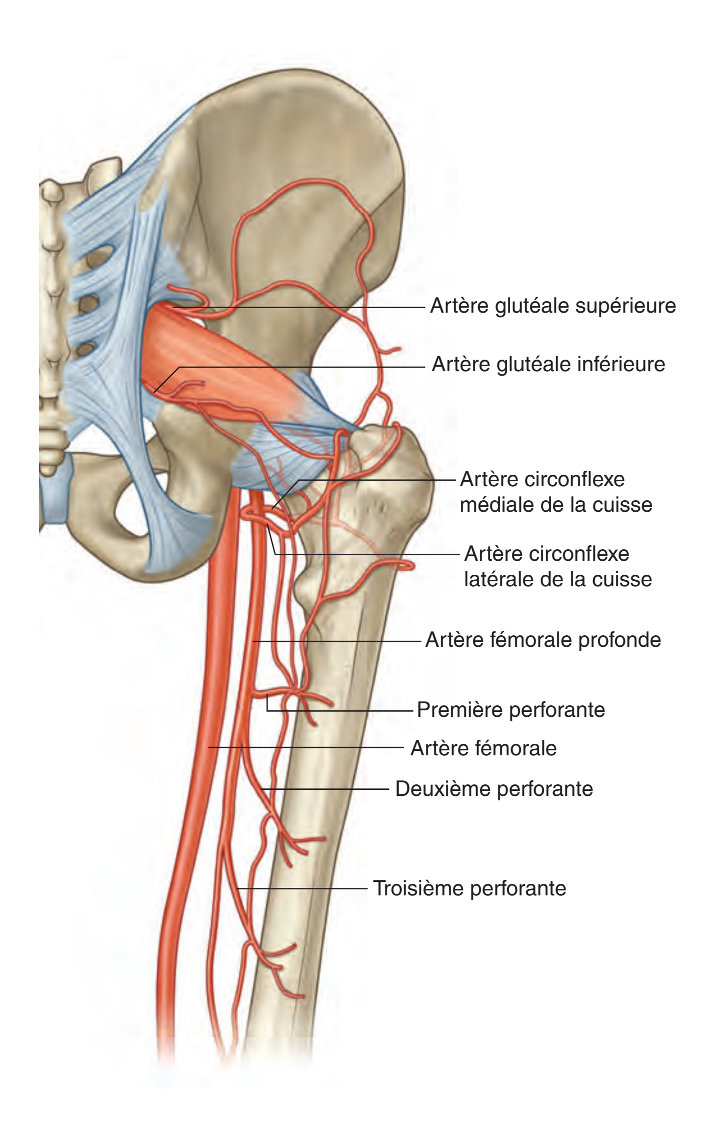


Figure 6.51 Anastomoses entre les artères glutéales et les vaisseaux venus de l'artère fémorale dans la cuisse. Vue postérieure.

CUISSE

La cuisse est la partie du membre inférieur qui, grossièrement, est située entre la hanche et le genou (fig. 6.52) :

- en avant, la cuisse est séparée de la paroi abdominale par le ligament inguinal ;
- en arrière, la cuisse est séparée de la région glutéale par le pli glutéal superficiellement, et par le bord inférieur du muscle grand glutéal et le muscle carré fémoral en profondeur.

Différents éléments anatomiques entrent et sortent de la cuisse par trois voies :

- en arrière, la cuisse est en continuité avec la région glutéale. L'élément majeur passant d'une région à l'autre est le nerf ischiatique ;
- en avant, la cuisse communique avec la cavité abdominale par l'espace entre le ligament inguinal et l'os coxal. Les éléments les plus importants sont le muscle iliopsoas, le muscle pectiné, le nerf fémoral, l'artère et la veine fémorale, et les vaisseaux lymphatiques ;
- en dedans, le nerf obturateur et les vaisseaux obturateurs passent de la cavité pelvienne à la cuisse par le canal obturateur.

La cuisse est divisée en trois compartiments par des septums intermusculaires entre la partie postérieure du fémur et le fascia lata (partie épaisse du fascia profond qui entoure complètement la cuisse) (fig. 6.52C) :

- le **compartiment antérieur de la cuisse** comprend les muscles qui essentiellement étendent la jambe au niveau du genou ;
- le **compartiment postérieur de la cuisse** comprend les muscles qui essentiellement étendent la cuisse au niveau de la hanche et fléchissent la jambe au niveau du genou ;
- le **compartiment médial de la cuisse** contient les muscles qui essentiellement sont adducteurs de la cuisse au niveau de la hanche.

Le nerf ischiatique innerve les muscles du compartiment postérieur de la cuisse, le nerf fémoral innerve les muscles du compartiment antérieur, et le nerf obturateur innerve la plupart des muscles du compartiment médial de la cuisse.

Les principaux artères, veines et lymphatiques venant de la cavité pelvienne pénètrent dans la cuisse au niveau du trigone fémoral au-dessous du ligament inguinal. Les vaisseaux et les nerfs destinés à la jambe traversent la fosse poplitée à la face postérieure du genou.

Squelette

Le support osseux de la cuisse est le fémur. La plupart des muscles importants de la cuisse s'insèrent aux extrémités proximales des deux os de la jambe (tibia et fibula), et fléchissent et étendent la jambe au niveau du genou. L'extrémité distale du fémur donne insertion aux deux chefs du muscle gastrocnémien (muscles jumeaux de la jambe), qui sont dans le compartiment postérieur de la jambe et assurent la flexion plantaire du pied.

Figure 6.52 Cuisse. **A.** Vue postérieure. **B.** Vue antérieure. **C.** Coupe à mi-cuisse.

Diaphyse et extrémité distale du fémur

La diaphyse du fémur est légèrement incurvée en avant et a une orientation oblique du col du fémur à son extrémité distale (fig. 6.53). La conséquence de cette orientation oblique est la situation du genou près de la ligne médiane sous le centre de gravité du corps.

La partie moyenne de la diaphyse du fémur est triangulaire à la coupe (fig. 6.53D). À la partie moyenne de la diaphyse, le fémur a une face médiale lisse (postéromédiale), latérale (postérolatérale) et une face antérieure. La diaphyse a trois bords : médial, latéral et postérieur. Les bords médial et latéral sont arrondis alors que le bord postérieur est une crête rugueuse appelée la **ligne âpre**.

Dans les régions proximale et distale du fémur, la ligne âpre s'élargit pour former une face postérieure triangulaire supplémentaire. À l'extrémité inférieure du fémur, cette surface triangulaire constitue le plancher de la fosse poplitée. Ses bords, qui sont en continuité avec la ligne âpre, forment les **lignes supracondylaires médiale** et **latérale**. La ligne supracondylaire médiale se termine par un tubercule (**tubercule du grand adducteur**) au bord supérieur du **condyle médial** de l'extrémité distale du fémur. Juste en dehors de la partie la plus basse de la ligne supracondylaire médiale, on note une zone rugueuse et allongée où s'insère le chef médial du muscle gastrocnémien (fig. 6.52).

L'extrémité distale du fémur est caractérisée par l'existence de deux condyles volumineux qui s'articulent avec l'extrémité proximale du tibia. Les condyles sont séparés en arrière par la **fosse intercondylaire** et sont réunis en avant où ils sont articulés avec la patella.

Les surfaces des condyles qui s'articulent avec le tibia sont arrondies en arrière et deviennent aplaties à leur face inférieure. Sur chaque condyle, un sillon oblique sépare la

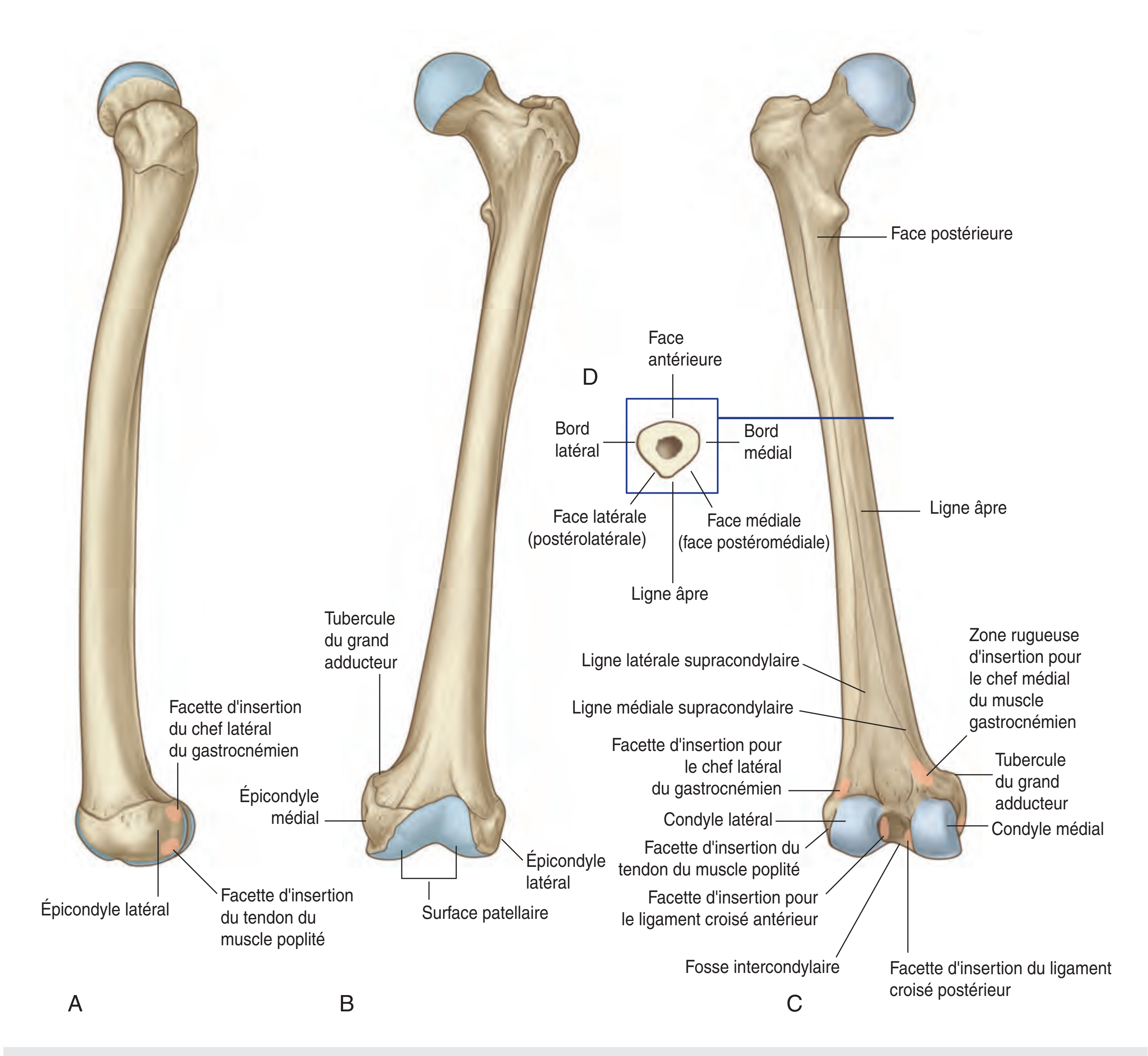


Figure 6.53 Diaphyse et extrémité distale du fémur. **A.** Vue latérale. **B.** Vue antérieure. **C.** Vue postérieure. **D.** Coupe du fémur au niveau de la diaphyse.

surface articulaire avec le tibia de la surface plus antérieure qui s'articule avec la patella. Les surfaces des condyles médial et latéral s'articulant avec la patella forment ensemble une dépression en forme de V orientée en avant. La partie latérale de la surface patellaire est plus large et plus oblique que la surface médiale.

Les parois de la fosse intercondylaire ont deux facettes pour les insertions des ligaments croisés qui stabilisent le genou (fig. 6.53) :

- la paroi formée par la face latérale du condyle médial a une facette ovale qui couvre presque complètement la moitié inférieure de la surface pour l'insertion proximale du **ligament croisé postérieur** ;
- la paroi formée par la face médiale du condyle latéral a une facette postérosupérieure plus petite correspondant à l'insertion du **ligament croisé antérieur**.

Les épicondyles, sièges des insertions des ligaments collatéraux de l'articulation du genou, sont des élévations osseuses développées sur les faces non articulaires des condyles (fig. 6.53). Deux facettes séparées par un sillon sont juste postérieures à l'**épicondyle latéral** :

- la facette supérieure correspond à l'insertion du chef latéral du muscle gastrocnémien ;
- la facette inférieure correspond à l'insertion du muscle poplité.



Le tendon du muscle poplité est situé dans le sillon séparant les deux facettes.

L'**épicondyle médial** est une éminence arrondie sur la face médiale du condyle médial. Juste au-dessus et en arrière de l'épicondyle médial est situé le tubercule des adducteurs.

Patella

La patella est le plus grand sésamoïde du corps, un sésamoïde étant un os développé à l'intérieur du tendon d'un muscle. La patella est située dans le tendon du quadriceps fémoral qui croise la face antérieure du genou pour s'insérer sur le tibia. La patella est triangulaire :

- sa pointe inférieure donne insertion au ligament patellaire qui relie la patella au tibia (fig. 6.54) ;
- à sa base large et épaisse se fixe le tendon quadricipital fémoral ;
- sa face postérieure s'articule avec le fémur et présente deux facettes médiale et latérale obliques séparées par une crête régulière. La facette latérale est plus large que la facette médiale et s'articule avec la surface articulaire correspondante du condyle fémoral latéral.

Extrémité proximale du tibia

Le tibia est le plus médial et le plus gros des deux os de la jambe. Il est le seul à s'articuler avec le fémur au niveau du genou.

L'extrémité proximale du tibia allongée dans le plan transversal assure la transmission du poids du corps. L'épiphyse tibiale proximale comporte un **condyle médial** et un **condyle latéral** qui sont tous les deux aplatis dans un plan horizontal et surplombent la diaphyse (fig. 6.55).

Les faces supérieures des deux condyles sont articulaires et séparées par un espace intercondylaire qui contient les zones d'insertion de solides ligaments (ligaments croisés) et des cartilages interarticulaires du genou (les ménisques).

Les surfaces articulaires des condyles latéral et médial et l'espace intercondylaire forment ensemble un « plateau tibial » qui s'articule avec l'extrémité distale du fémur auquel il est solidement amarré. Au-dessous des condyles, sur la partie proximale de la diaphyse tibiale, se trouve la **tubérosité tibiale**, point d'attache du ligament patellaire.

Condyles tibiaux et espace intercondylaire

Les condyles tibiaux sont des disques osseux épais au sommet de la diaphyse tibiale (fig. 6.55).

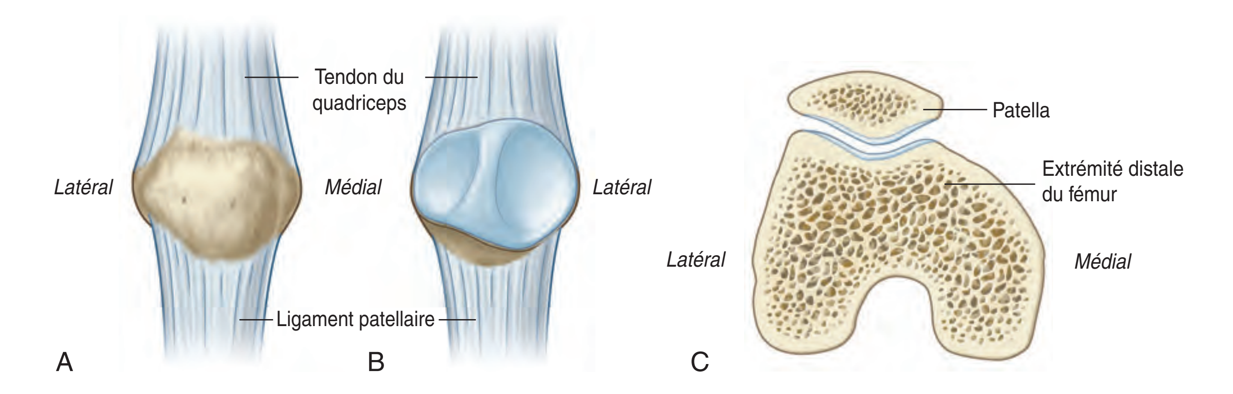


Figure 6.54 Patella. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérieure. **C.** Vue supérieure.

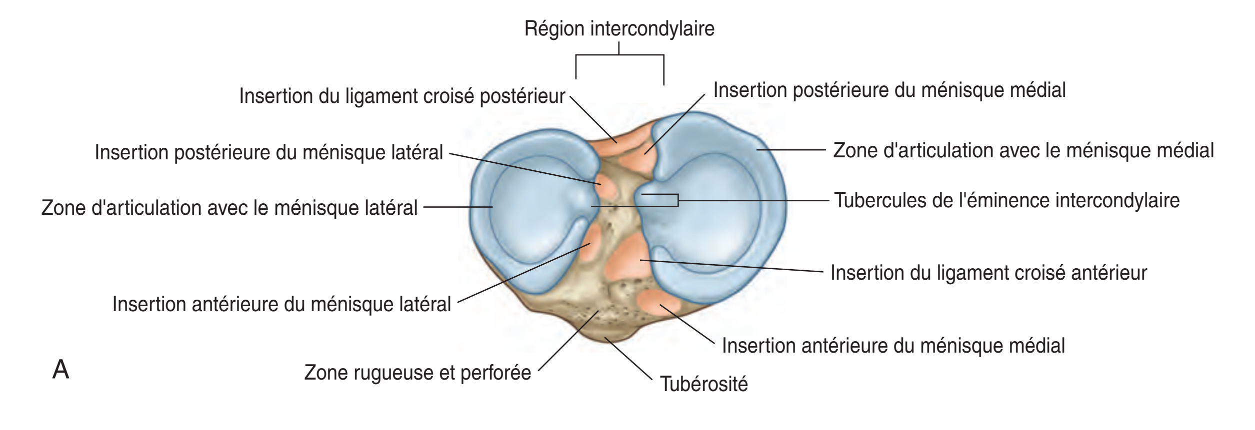


Figure 6.55 Extrémité proximale du tibia. **A.** Vue supérieure, plateau tibial.

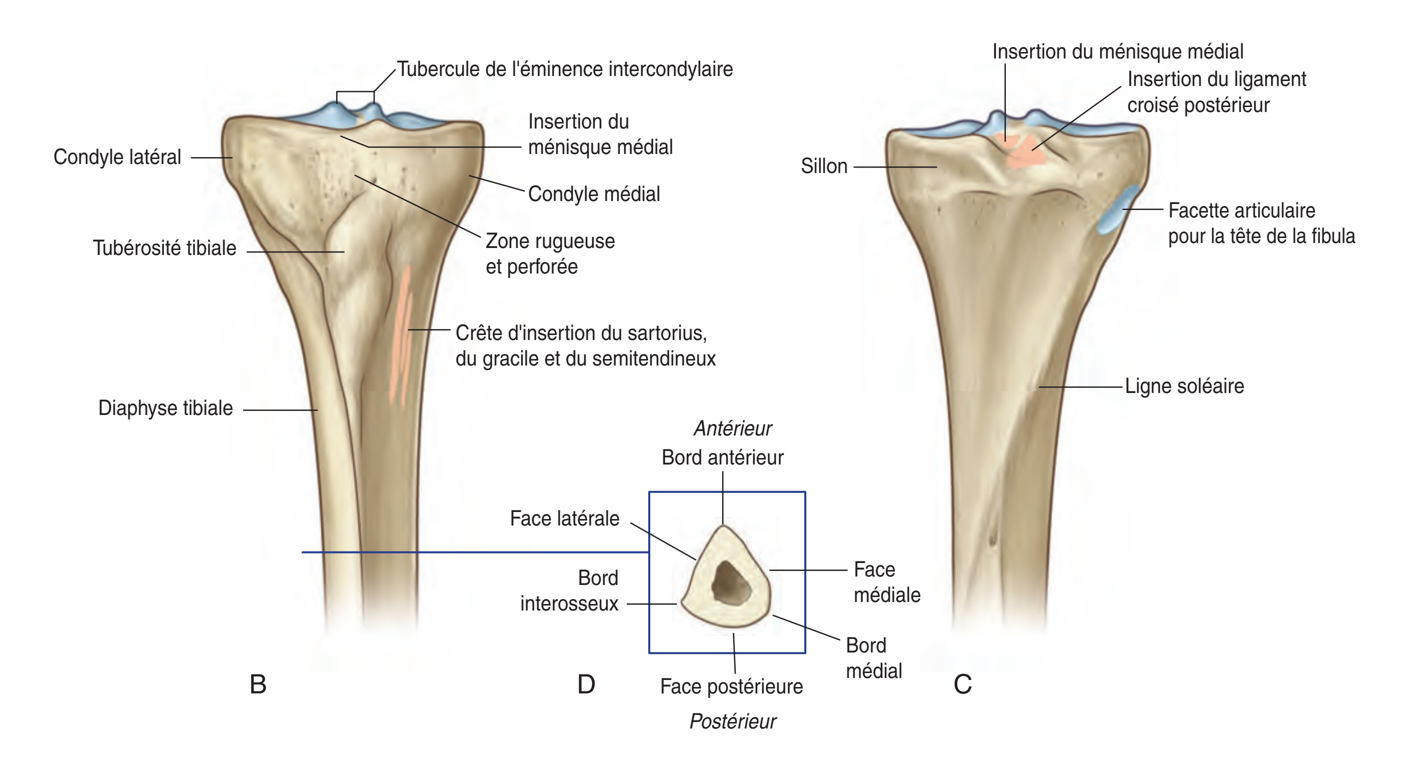


Figure 6.55. Suite. Extrémité proximale du tibia. **B.** Vue antérieure. **C.** Vue postérieure. **D.** Coupe au niveau de la diaphyse.

Le condyle médial est plus volumineux que le condyle latéral et forme un meilleur soutien pour la diaphyse tibiale. Sa surface supérieure ovale s'articule avec le condyle médial du fémur. La surface articulaire se prolonge latéralement sur la face adjacente du **tubercule intercondylaire médial**.

La surface articulaire du condyle latéral est circulaire et s'articule avec le condyle latéral du fémur. Le bord de cette surface se prolonge sur la face adjacente du **tubercule intercondylaire latéral**.

Les surfaces articulaires des deux condyles latéral et médial sont concaves, particulièrement dans leur région centrale. Les limites externes des surfaces sont plus plates et correspondent aux régions en contact avec les disques interarticulaires fibrocartilagineux, ou ménisques, de l'articulation du genou.

La surface postérieure non articulaire du condyle médial présente un sillon horizontal distinct où s'insère le tendon direct du muscle semi-membraneux. La face inférieure du condyle latéral présente une facette distincte pour l'articulation avec l'extrémité proximale de la fibula. La région intercondylaire du plateau tibial est située entre les surfaces articulaires des condyles latéral et médial (fig. 6.55). L'espace est étroit en son milieu où se situe l'**éminence intercondylaire**. Ses côtés relevés forment les tubercules intercondylaires latéral et médial.

La région intercondylaire présente six facettes distinctes pour l'attache des ménisques et des ligaments croisés. La zone intercondylaire antérieure est large en avant et présente trois facettes :

- la facette la plus antérieure correspond à l'insertion de la corne antérieure du ménisque médial ;
- immédiatement en arrière de cette facette est située la facette d'insertion du ligament croisé antérieur ;
- une petite facette pour l'attache de la corne postérieure du ménisque latéral est en dehors du point d'insertion du ligament croisé antérieur.

L'espace intercondylaire postérieur présente trois facettes d'insertion :

- la plus antérieure reçoit l'insertion de la corne postérieure du ménisque latéral ;
- postéromédiale à la facette la plus antérieure se trouve la zone d'insertion de la corne postérieure du ménisque médial ;
- en arrière de la zone d'insertion de la corne postérieure du ménisque médial se situe une large facette destinée à l'insertion distale du ligament croisé postérieur.

En plus de ces six facettes d'insertion des ménisques et des ligaments croisés, on note une grande zone antérolatérale rugueuse de l'espace intercondylaire, perforée par de nombreux petits orifices vasculaires. Cette région est en continuité avec une surface similaire au-dessus de la tubérosité tibiale et couverte par du tissu conjonctif infrapatellaire.

Tubérosité tibiale

La **tubérosité tibiale** est une saillie osseuse de forme triangulaire inversée palpable sous la peau. Elle est située entre les deux condyles (fig. 6.55). Elle est le siège de l'insertion du **ligament patellaire** qui est en continuité avec le tendon du quadriceps fémoral au-dessous de la patella.

Diaphyse tibiale

La diaphyse tibiale est triangulaire à la coupe et présente trois faces (postérieure, médiale et latérale) et trois bords (antérieur, interosseux et médial) (fig. 6.55D) :

- le **bord antérieur** est aigu et descend de la tubérosité tibiale. Il est en continuité en haut avec une crête qui passe le long du bord latéral de la tubérosité vers le condyle latéral ;
- le **bord interosseux** est une arête verticale ténue qui descend le long de la face latérale du tibia à partir de la facette articulaire de l'articulation tibiofibulaire ;
- le **bord médial** est peu marqué dans sa partie supérieure où il commence à l'extrémité antérieure du sillon à la face postérieure du condyle médial. Il est plus marqué à la partie moyenne de la diaphyse.

La large **face médiale** de la diaphyse tibiale entre les bords antérieur et médial est plane et lisse. Sous-cutanée, elle est palpable pratiquement sur toute son étendue. Médialement et un peu au-dessous de la tubérosité tibiale, la face médiale présente une crête rugueuse minime allongée. Cette saillie est le siège de l'insertion combinée de trois muscles (sartorius, gracile et semitendineux) qui viennent de la cuisse.

La **face postérieure** de la diaphyse du tibia entre les bords interosseux et médial est plus large à son extrémité supérieure, où elle est croisée par une crête oblique rugueuse (la **ligne du muscle soléaire**).

La **face latérale** entre les bords interosseux et antérieur est régulière et n'a rien de remarquable.

Extrémité proximale de la fibula

La fibula est l'os latéral de la jambe et ne participe pas à la structure du genou ni à la transmission du poids du corps. Plus petite que le tibia, elle a une petite extrémité proximale, un col étroit et une diaphyse réduite qui se termine par la malléole latérale de la cheville.

La **tête** de la fibula est un renflement de l'extrémité proximale de la fibula (fig. 6.56). Une facette circulaire sur la face supéromédiale s'articule avec une surface correspondante de la face inférieure du condyle latéral du tibia. En arrière et en dehors de cette facette, l'os se présente comme un processus styloïde émoussé à son extrémité.

La face latérale de la tête de la fibula a une grande zone d'insertion pour le tendon du biceps fémoral. Une dépression osseuse au bord supérieur de cette insertion correspond à l'insertion du ligament collatéral fibulaire du genou.

Le **col** de la fibula sépare le renflement de la tête de la **diaphyse**. Le nerf fibulaire commun va croiser la fibula à la face postérolatérale du col.

Comme le tibia, la diaphyse de la fibula a trois bords (antérieur, postérieur et interosseux) et trois faces (latérale, postérieure et médiale) (fig. 6.56) :

- le **bord antérieur** est aigu au niveau de la moitié de la diaphyse et commence en haut à la partie antérieure de la face antérieure de la tête ;
- le **bord postérieur** est arrondi et descend de la région du processus styloïde de la tête ;
- le **bord interosseux** est médial.

Les trois faces de la fibula sont associées aux trois compartiments musculaires (latéral, postérieur et antérieur) de la jambe.

Muscles

Les muscles de la cuisse sont répartis en trois compartiments séparés par des septums intermusculaires (fig. 6.57).

Le **compartiment antérieur de la cuisse** comprend le muscle sartorius et les quatre chefs du quadriceps fémoral (le muscle droit fémoral, le muscle vaste latéral, le muscle vaste

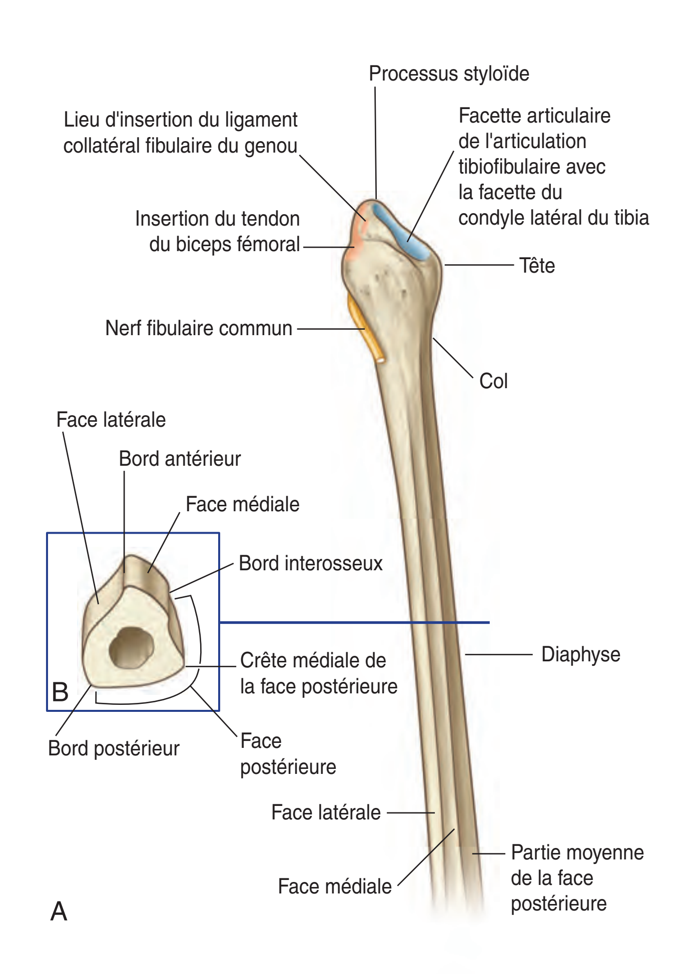


Figure 6.56 Extrémité proximale de la fibula. **A.** Vue antérieure. **B.** Coupe au niveau de la diaphyse de la fibula.

médial et le muscle vaste intermédiaire). Tous sont innervés par le nerf fémoral. De plus, les extrémités terminales des muscles grand psoas et iliaque passent dans la partie haute du compartiment antérieur venant de leur lieu d'origine sur la paroi postérieure abdominale. Ces muscles sont innervés directement par des branches des rameaux antérieurs de L1 à L3 (grand psoas) ou par des branches du nerf fémoral (muscle iliaque) dans la paroi abdominale.

Le **compartiment médial de la cuisse** comprend six muscles (muscles gracile, pectiné, long adducteur, court adducteur, grand adducteur et obturateur externe). Tous, à l'exception du muscle pectiné, qui est innervé par le nerf fémoral, et d'une partie du grand adducteur, qui est innervée par le nerf ischiatique, sont innervés par le nerf obturateur.

Le **compartiment postérieur de la cuisse** comprend trois muscles importants communément appelés ischiojambiers. Tous sont innervés par le nerf ischiatique.

Compartiment antérieur

Les muscles du compartiment antérieur (tableau 6.3) agissent sur la hanche et le genou :

- les muscles grand psoas et iliaque agissent sur la hanche ;
- les muscles sartorius et droit fémoral agissent à la fois sur la hanche et le genou ;
- les muscles vastes agissent sur le genou.

En clinique

Le syndrome compartimental

Un syndrome compartimental peut survenir lorsqu'un œdème s'installe dans des muscles enfermés dans un compartiment clos au niveau des membres. Les causes habituelles en sont un traumatisme du membre inférieur, une hémorragie intracompartimentale et une compression. Lorsque la pression s'élève dans le compartiment, la vascularisation capillaire est altérée et la perfusion des tissus compromise, conduisant, en l'absence de traitement, à des lésions neuromusculaires.

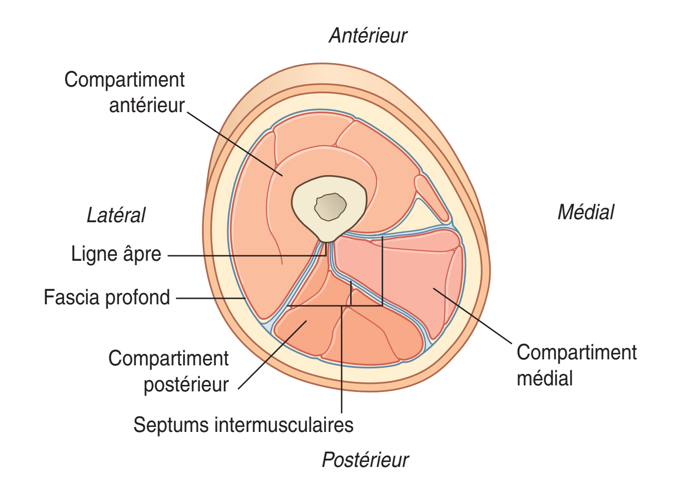


Figure 6.57 Coupe transversale à mi-cuisse.

Tableau 6.3 Muscles du compartiment antérieur de la cuisse.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Grand psoas	Paroi abdominale postérieure (processus transverses lombaux, disques intervertébraux, corps vertébraux adjacents de TXII à LV et arcs tendineux entre ces différents points)	Petit trochanter du fémur	Rameaux antérieurs de **L1, L2,** L3	Fléchit la cuisse au niveau de la hanche
Iliaque	Paroi abdominale postérieure (fosse iliaque)	Petit trochanter du fémur	Nerf fémoral (**L2,** L3)	Fléchit la cuisse au niveau de la hanche
Vaste médial	Fémur : partie médiale de la ligne intertrochantérique, ligne pectinéale, lèvre médiale de la ligne âpre, ligne supracondylaire médiale	Tendon du quadriceps fémoral et bord médial de la patella et tubérosité externe de l'extrémité supérieure du tibia	Nerf fémoral (L2, **L3, L4**)	Étend la jambe au niveau du genou
Vaste intermédiaire	Fémur : deux tiers supérieurs des faces antérieure et latérale	Tendon du quadriceps fémoral et bord latéral de la patella et tubérosité externe de l'extrémité supérieure du tibia	Nerf fémoral (L2, **L3, L4**)	Étend la jambe au niveau du genou
Vaste latéral	Fémur : partie externe de la ligne intertrochantérique, bord du grand trochanter, bord latéral de la tubérosité glutéale, lèvre latérale de la ligne âpre	Tendon du quadriceps fémoral	Nerf fémoral (L2, **L3, L4**)	Étend la jambe au niveau du genou
Droit fémoral	Chef direct sur l'épine iliaque antéro-inférieure de l'os iliaque ; chef réfléchi sur l'os iliaque juste au-dessus de l'acétabulum	Tendon du quadriceps fémoral	Nerf fémoral (L2, **L3, L4**)	Fléchit la cuisse au niveau de la hanche et étend la jambe au niveau du genou
Sartorius	Épine iliaque antérosupérieure	Face antérieure du tibia au-dessous et en dedans de la tubérosité tibiale	Nerf fémoral (**L2, L3**)	Fléchit la cuisse au niveau de la hanche et fléchit la jambe au niveau du genou

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.



Muscle iliopsoas (grand psoas et iliaque)

Les muscles **grand psoas** et **iliaque** s'insèrent sur la paroi abdominale postérieure et descendent dans la partie supérieure de la cuisse en passant dans la moitié latérale de l'espace entre le ligament inguinal et l'os coxal (fig. 6.58).

Bien qu'ayant des origines séparées dans l'abdomen, les deux muscles ont une insertion terminale commune sur le petit trochanter du fémur et, ensemble, ils sont habituellement appelés muscle **iliopsoas**.

L'iliopsoas est un puissant fléchisseur de la cuisse au niveau de la hanche et peut contribuer à la rotation latérale de la cuisse. Le grand psoas est innervé par des rameaux des racines antérieures de L1 à L3, et le muscle iliaque est innervé par des rameaux du nerf fémoral dans l'abdomen.

Muscle quadriceps fémoral (vaste médial, vaste latéral, vaste intermédiaire et droit fémoral)

Le volumineux **quadriceps fémoral** est formé par la réunion de trois muscles (vaste latéral, vaste intermédiaire et vaste médial) et du muscle droit fémoral (fig. 6.58).

Le muscle quadriceps fémoral est essentiellement extenseur de la jambe au niveau de l'articulation du genou, mais le muscle droit fémoral participe aussi à la flexion de la cuisse au niveau de la hanche. Les muscles vastes s'insèrent sur les bords de la patella et sur le tendon du quadriceps fémoral. Ils stabilisent la position de la patella pendant la flexion et l'extension du genou.

Le quadriceps fémoral est innervé par le nerf fémoral avec une contribution principale venue des racines L3 et L4. Une percussion avec le marteau à réflexe sur le ligament patellaire provoque une extension réflexe du genou dont le niveau médullaire est L3–L4.

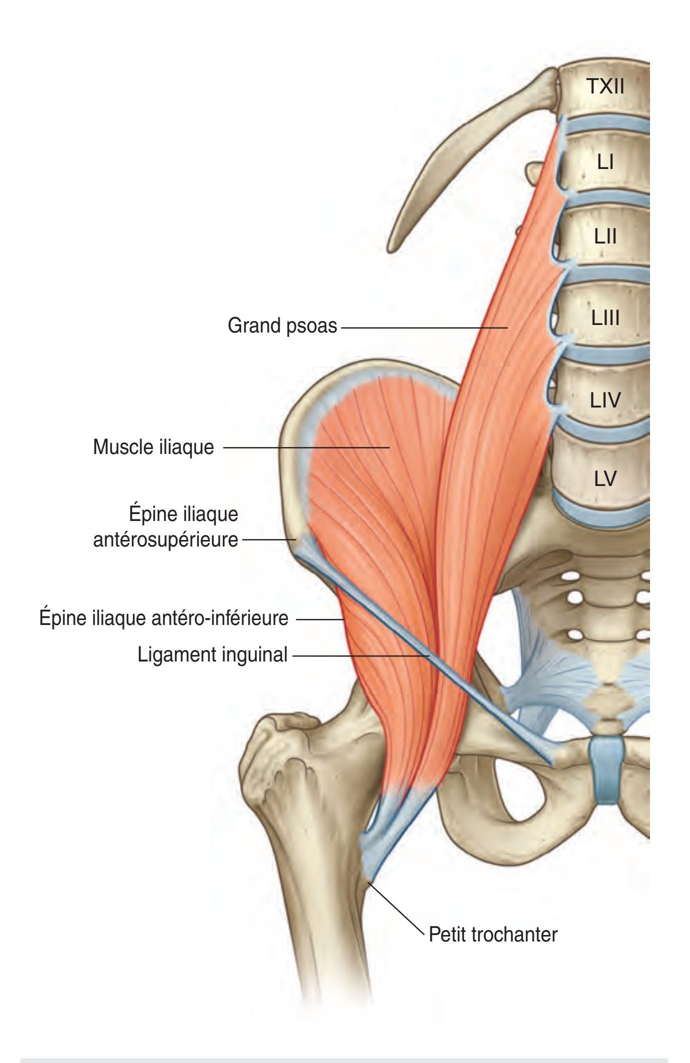


Figure 6.58 Muscles grand psoas et iliaque.

Muscles vastes

Les muscles vastes s'insèrent sur le fémur alors que le droit fémoral s'insère sur l'os coxal. Tous vont se fixer à la patella par l'intermédiaire du tendon quadricipital et au tibia par le **ligament patellaire**.

Le muscle **vaste médial** naît le long d'une ligne continue qui commence en avant et en dedans sur la ligne intertrochantérique et se poursuit en arrière et en bas le long de la ligne pectinéale, et ensuite descend le long de la lèvre médiale de la ligne âpre et sur la ligne supracondylaire médiale. Les fibres convergent vers la partie médiale du tendon quadricipital et le bord médial de la patella (fig. 6.59).

Le muscle **vaste intermédiaire** s'insère surtout aux deux tiers supérieurs des faces latérale et antérieure du fémur et sur le septum intermusculaire voisin (fig. 6.59). Il apparaît à la face profonde du tendon quadricipital et se fixe au bord latéral de la patella et au condyle tibial latéral.

Le muscle **articulaire du genou** est un muscle de taille réduite s'insérant au-dessous de l'insertion du vaste intermédiaire qui va s'insérer au sommet de la bourse séreuse suprapatellaire. Ce muscle articulaire fait souvent partie du muscle vaste intermédiaire (fig. 6.59). Il tend la bourse vers le haut lors de l'extension du genou.

Le muscle **vaste latéral** est le plus volumineux des muscles vastes (fig. 6.59). Il s'insère sur une ligne continue qui commence à la partie antérolatérale de la ligne intertrochantérique du fémur, puis tourne autour de l'os pour s'attacher au bord latéral de la tubérosité glutéale et descend le long de la lèvre latérale de la ligne âpre. Les fibres musculaires convergent vers le tendon quadricipital et le bord latéral de la patella.

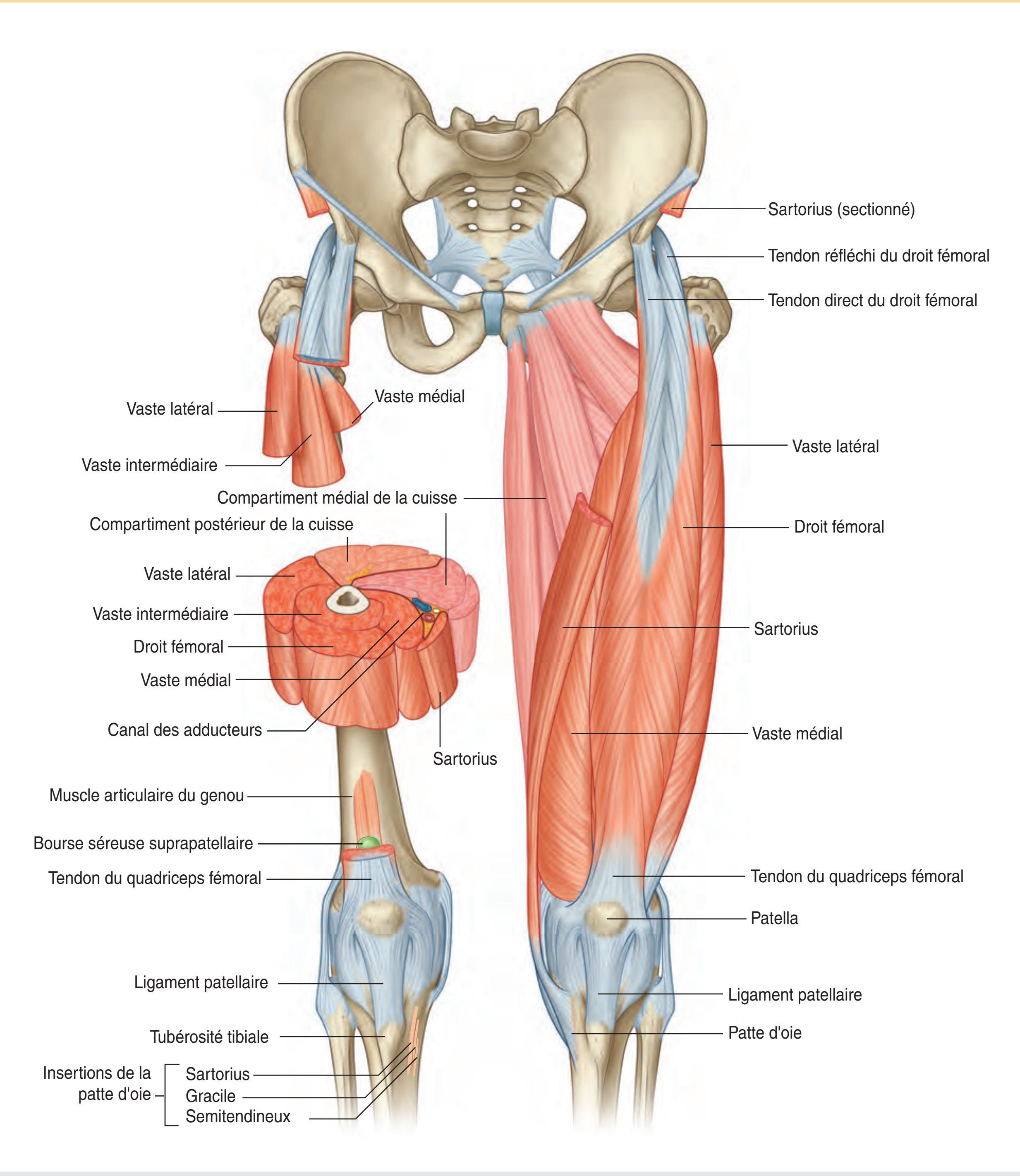


Figure 6.59 Muscles du compartiment antérieur de la cuisse.

Muscle droit fémoral

Le muscle **droit fémoral**, à la différence des muscles vastes qui croisent seulement le genou, croise les articulations de la hanche et du genou (fig. 6.59).

Le muscle droit fémoral a deux chefs d'insertion supérieurs au niveau de l'os coxal :

- le **tendon direct** est attaché à l'épine iliaque antéro-inférieure ;
- le **tendon réfléchi** est inséré à une zone rugueuse de l'ilium immédiatement supérieure à l'acétabulum (fig. 6.59).



Les deux chefs du droit fémoral s'unissent pour former un corps musculaire allongé qui est situé en avant du muscle vaste intermédiaire et entre les muscles vastes latéral et médial, auxquels il est uni par ses bords. À son extrémité distale, le muscle droit fémoral converge vers le tendon quadricipital et se fixe à la base de la patella.

Ligament patellaire

Le ligament patellaire est fonctionnellement la continuité du tendon quadricipital fémoral au-dessous de la patella. Il est attaché en haut à l'apex de la patella et en bas à la tubérosité tibiale (fig. 6.59). Les fibres les plus superficielles du tendon du quadriceps fémoral et le ligament patellaire sont en continuité et recouvrent la face antérieure de la patella.

Muscle sartorius

Le **muscle sartorius** est le plus superficiel des muscles du compartiment antérieur de la cuisse et forme un long ruban qui descend obliquement en travers de la cuisse, venant de l'épine iliaque antérosupérieure, pour se terminer à la face médiale de l'extrémité supérieure de la diaphyse tibiale (fig. 6.59). Son insertion tibiale se fait par une lame aponévrotique qui recouvre les insertions des muscles gracile et semitendineux.

Les insertions tibiales des trois muscles sartorius, gracile et semitendineux ont reçu le nom de **pes anserinus**, terme latin qui signifie **patte d'oie**.

Au tiers supérieur de la cuisse, le bord médial du sartorius forme la limite latérale du trigone fémoral.

Au tiers moyen de la cuisse, le sartorius forme la paroi antérieure du canal des adducteurs.

Le sartorius agit en fléchissant la cuisse au niveau de la hanche et la jambe au niveau du genou. Il écarte aussi la cuisse avec un mouvement de rotation latérale lorsque le pied repose sur le genou opposé en position assise.

Le sartorius est innervé par le nerf fémoral.

Compartiment médial

Il y a six muscles dans le compartiment médial de la cuisse (tableau 6.4) : le gracile, le pectiné, le long adducteur, le court adducteur, le grand adducteur et l'obturateur externe (fig. 6.60). Tous ces muscles, à l'exception de l'obturateur externe, portent la cuisse en adduction au niveau de la hanche ; les muscles adducteurs peuvent aussi provoquer la rotation médiale de la cuisse. L'obturateur externe est un muscle rotateur latéral de la cuisse au niveau de la hanche.

Tableau 6.4 Muscles du compartiment médial de la cuisse.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Gracile	Une ligne sur les faces externes du corps du pubis, la branche inférieure du pubis et la branche de l'ischium	Surface médiale de l'extrémité supérieure proximale du tibia	Nerf obturateur (**L2,** L3)	Porte en adduction la cuisse au niveau de la hanche et fléchit la jambe au niveau du genou
Pectiné	Ligne pectinéale (pecten du pubis) et os adjacent	Ligne oblique s'étendant de la base du petit trochanter à la ligne âpre à la face postérieure du fémur proximal	Nerf fémoral. (**L2,** L3)	Porte en adduction et fléchit la cuisse au niveau de la hanche
Long adducteur	Face externe du corps du pubis (dépression triangulaire au-dessous de la crête pubienne de la symphyse pubienne)	Sur le tiers moyen de la ligne âpre sur la diaphyse fémorale	Nerf obturateur (rameau antérieur) (**L2, L3,** L4)	Porte en adduction et tourne médialement la cuisse au niveau de la hanche
Court adducteur	Surface externe du corps du pubis et branche inférieure du pubis	À la face postérieure du fémur proximal et au tiers supérieur de la ligne âpre	Nerf obturateur (**L2, L3**)	Adduction et rotation médiale de la hanche au niveau de la cuisse
Grand adducteur	Partie latérale : branche de l'ischium et branche inférieure du pubis	Face postérieure du fémur proximal, ligne âpre, ligne médiale supracondylaire	Nerf obturateur (**L2, L3,** L4)	Adduction et rotation médiale de la cuisse au niveau de la hanche
	Partie venue de la tubérosité ischiatique : partie médiale	Tubercule des adducteurs et ligne supracondylaire	Nerf ischiatique contingent tibial (**S2, S3,** S4)	
Obturateur externe	Surface externe de la membrane obturatrice et os voisin	Fosse trochantérique	Nerf obturateur (rameau postérieur) (L3, **L4**)	Rotation latérale de la cuisse au niveau de la **hanche**

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Muscle gracile

Le **muscle gracile** est le plus superficiel des muscles du compartiment interne de la cuisse. Il descend presque verticalement au bord médial de la cuisse (fig. 6.60). Il vient de la face externe de la branche ischiopubienne de l'os coxal et se fixe à la face médiale de la diaphyse tibiale proximale. Son tendon se trouve en sandwich entre le tendon du sartorius en avant et le tendon du semitendineux en arrière.

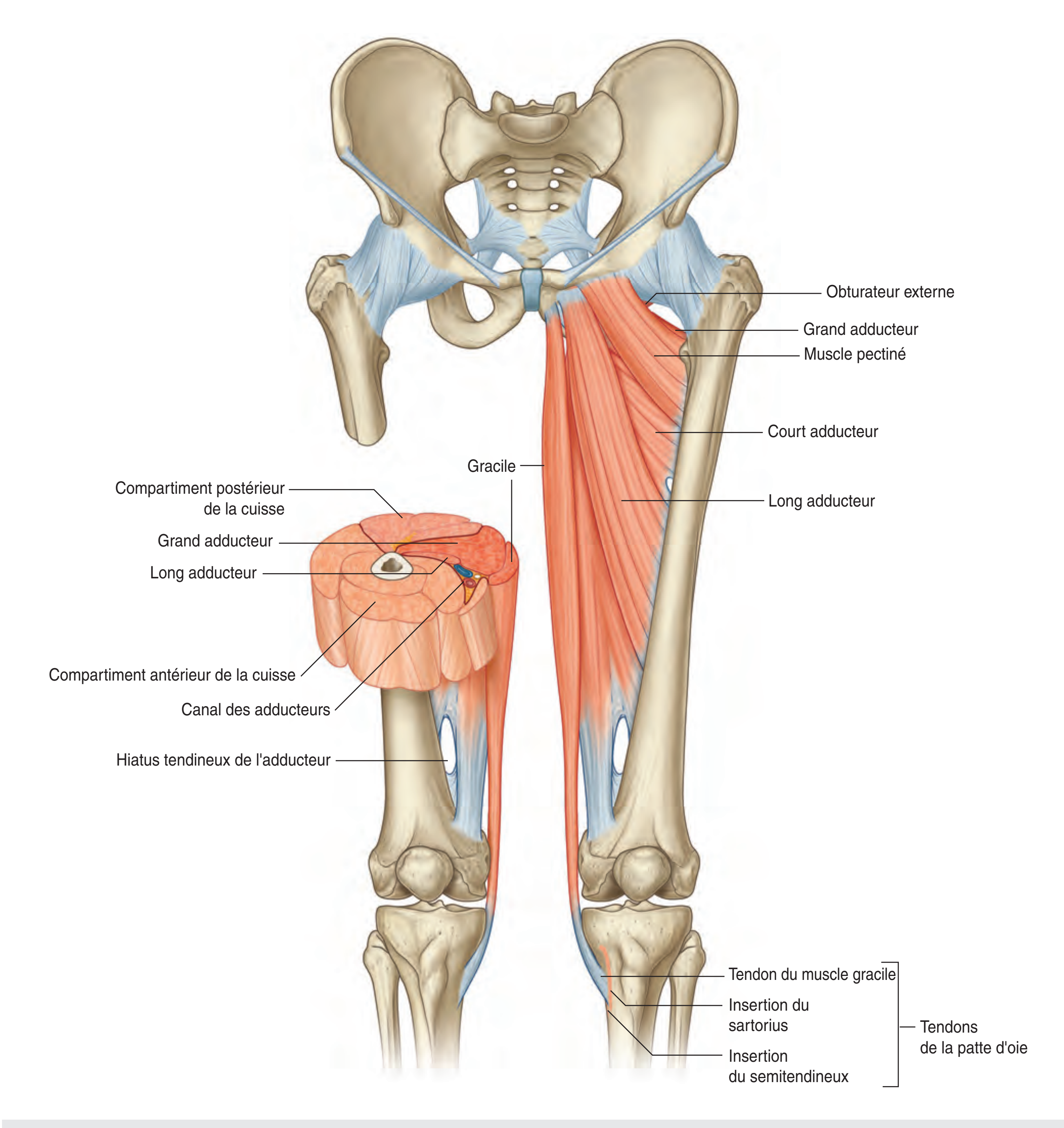


Figure 6.60 Muscles du compartiment médial de la cuisse. Vue antérieure.




Muscle pectiné

Le **muscle pectiné** est un muscle quadrangulaire et plat (fig. 6.61). Il s'insère sur le pubis au-dessus de la crête pectinéale (pecten du pubis) et sur l'os adjacent, et descend latéralement pour se fixer à une ligne oblique étendue de la base du petit trochanter à la ligne âpre sur la face postérieure du fémur proximal.

Après son origine sur l'os coxal, le pectiné passe dans la cuisse sous le ligament inguinal et forme la moitié médiale du plancher du trigone fémoral.

Le pectiné porte en adduction et en flexion la cuisse au niveau de la hanche. Il est innervé par le nerf fémoral.

Muscle long adducteur

Le **muscle long adducteur** est plat et en forme d'éventail. Il s'insère sur une petite zone rugueuse triangulaire à la face externe du corps du pubis juste au-dessous de la crête pectinéale et près de la symphyse pubienne (fig. 6.61). Il s'étale en descendant en arrière et latéralement pour se fixer par son aponévrose au tiers médian de la lèvre médiale de la ligne âpre.

Le long adducteur contribue à former le plancher du trigone fémoral. Il forme la limite médiale du trigone fémoral. Le muscle forme aussi la paroi postérieure proximale du canal des adducteurs.

Figure 6.61 Muscles pectiné, long adducteur et court adducteur. Vue antérieure.

Le long adducteur porte en adduction et en rotation médiale la cuisse au niveau de la hanche. Il est innervé par le rameau antérieur du nerf obturateur.

Muscle court adducteur

Le **muscle court adducteur** est situé en arrière du pectiné et du long adducteur. C'est un muscle triangulaire inséré à sa pointe au corps du pubis et à la branche inférieure du pubis juste au-dessus de l'origine du gracile (fig. 6.61). Le muscle, par sa base aponévrotique, s'attache verticalement à la partie supérieure de la ligne âpre entre la ligne pectinéale et la tubérosité glutéale latéralement au long adducteur.

Le court adducteur porte en adduction et en rotation médiale la cuisse au niveau de la hanche et est innervé par le nerf obturateur.

Muscle grand adducteur

Le **muscle grand adducteur** est le muscle le plus volumineux et le plus profond du compartiment médial de la cuisse (fig. 6.62). Le muscle forme la paroi postérieure distale du canal des adducteurs. Comme le long et le court, le grand adducteur est un muscle triangulaire fixé par son apex au pelvis et attaché par une large base au fémur.

Sur le pelvis, le grand adducteur est inséré le long d'une ligne qui s'étend sur la branche inférieure du pubis au-dessus des insertions des long et court adducteurs, et au bord inférieur de la tubérosité ischiatique. La partie du muscle qui s'insère sur la branche ischiopubienne se dirige latéralement et inférieurement et se fixe sur le fémur le long d'une ligne verticale qui s'étend de la partie inférieure du tubercule carré et en dedans de la tubérosité glutéale sur la lèvre médiale de la ligne âpre et sur la ligne supracondylaire médiale. Cette partie latérale du muscle est souvent appelée la « partie adductrice » du grand adducteur.

La partie médiale du grand adducteur, souvent appelée partie ischiojambière, s'insère sur la tubérosité ischiatique de l'os coxal et descend presque verticalement le long de la cuisse pour se fixer par un tendon sur le tubercule des adducteurs au niveau du condyle médial de l'extrémité distale du fémur. Il se fixe aussi par une aponévrose sur la ligne supracondylaire médiale. Un large orifice circulaire, le **hiatus tendineux du grand adducteur** (anneau du grand adducteur) (fig. 6.62), est limité par les insertions inférieures des deux portions du grand adducteur, unies par une arcade tendineuse. Le hiatus laisse le passage à l'artère fémorale et aux veines satellites venant du canal des adducteurs pour rejoindre la fosse poplitée à la face postérieure du genou.

Le grand adducteur porte en adduction et en rotation médiale la cuisse au niveau de la hanche. La partie adductrice du muscle est innervée par le nerf obturateur, et la partie ischiojambière est innervée par le nerf ischiatique.

Muscle obturateur externe

Le **muscle obturateur externe** est un muscle plat en forme d'éventail. Le corps musculaire est fixé à la membrane obturatrice et au pourtour osseux du foramen obturé (fig. 6.62). Les fibres musculaires se portent en arrière et en dehors pour former un tendon qui passe derrière la hanche et le col fémoral et va s'insérer dans une dépression ovale de la face latérale de la fosse trochantérique.

L'obturateur externe permet la rotation externe de la cuisse au niveau de la hanche. Il est innervé par le rameau postérieur du nerf obturateur.

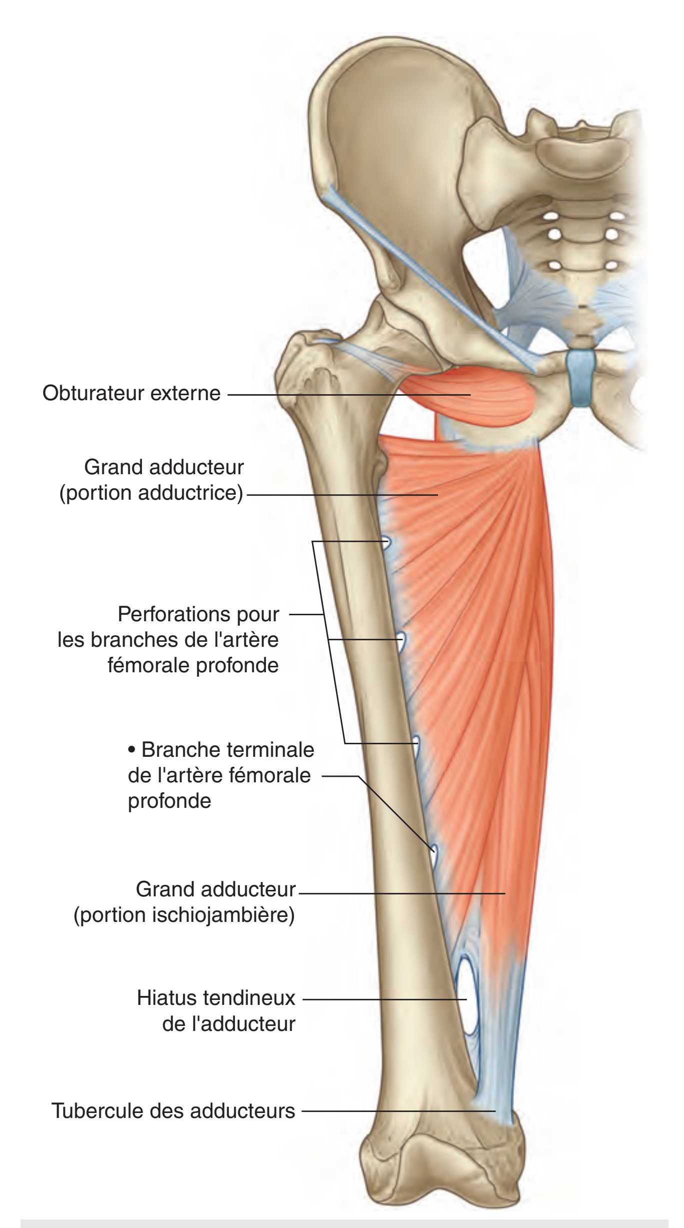


Figure 6.62 Muscles grand adducteur et obturateur externe. Vue antérieure.



Tableau 6.5 Muscles du compartiment postérieur de la cuisse.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Biceps fémoral	Chef long : partie inféromédiale de la partie supérieure de la tubérosité ischiatique ; chef court : lèvre latérale de la ligne âpre	Tête de la fibula	Nerf ischiatique (L5, **S1**, S2)	Fléchit la jambe au niveau du genou ; extension et rotation latérale de la cuisse au niveau de la hanche ; rotation latérale de la jambe au niveau du genou
Semitendineux	Partie inféromédiale de la partie supérieure de la tubérosité ischiatique	Face médiale du tibia proximal	Nerf ischiatique (L5, **S1**, S2)	Fléchit la jambe au niveau du genou et étend la cuisse au niveau de la hanche ; rotation médiale de la cuisse à la hanche et de la jambe au niveau du genou
Semimembraneux	Zone supérolatérale de la tubérosité ischiatique	Sillon et os avoisinant sur la face médiale et postérieure du condyle tibial médial	Nerf ischiatique (L5, **S1**, S2)	Flexion de la jambe au niveau du genou et extension de la cuisse à la hanche ; rotation médiale de la cuisse au niveau de la hanche et de la jambe au niveau du genou

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Compartiment postérieur

Trois longs muscles sont situés dans le compartiment postérieur de la cuisse : le biceps fémoral, le semitendineux et le semimembraneux (tableau 6.5). Ils sont habituellement connus sous le nom de muscles ischiojambiers (fig. 6.63). Tous, excepté le chef court du biceps fémoral, sont biarticulaires, croisant les articulations de la hanche et du genou. Les muscles ischiojambiers fléchissent la jambe au niveau du genou et étendent la cuisse au niveau de la hanche. Ils sont aussi rotateurs au niveau des deux articulations.

Muscle biceps fémoral

Le **muscle biceps fémoral** est latéral dans le compartiment postérieur de la cuisse et à deux chefs (fig. 6.63) :

- le **chef long** naît avec le semitendineux de la partie inféromédiale de la partie haute de la tubérosité ischiatique ;
- le **chef court** s'insère sur la lèvre latérale de la ligne âpre sur la diaphyse fémorale.

Le corps du muscle du chef supérieur croise le compartiment postérieur de la cuisse obliquement de dedans en dehors, et est rejoint par le court biceps distalement. Ensemble, les fibres des deux muscles forment un tendon qui est palpable à la partie inférieure et latérale de la cuisse. La plus grande partie du tendon se fixe sur la face latérale de la tête de la fibula. Des expansions du tendon se mêlent au ligament collatéral fibulaire et aux ligaments associés de la face latérale du genou.

Le biceps fémoral fléchit la jambe au niveau du genou. Le chef long étend et tourne en dehors la hanche. Quand le genou est partiellement fléchi, le biceps fémoral peut être un rotateur externe de la jambe au niveau du genou.

Le chef long est innervé par le nerf tibial, rameau terminal du nerf ischiatique, et le chef court est innervé par le nerf fibulaire commun, autre rameau terminal du nerf ischiatique.

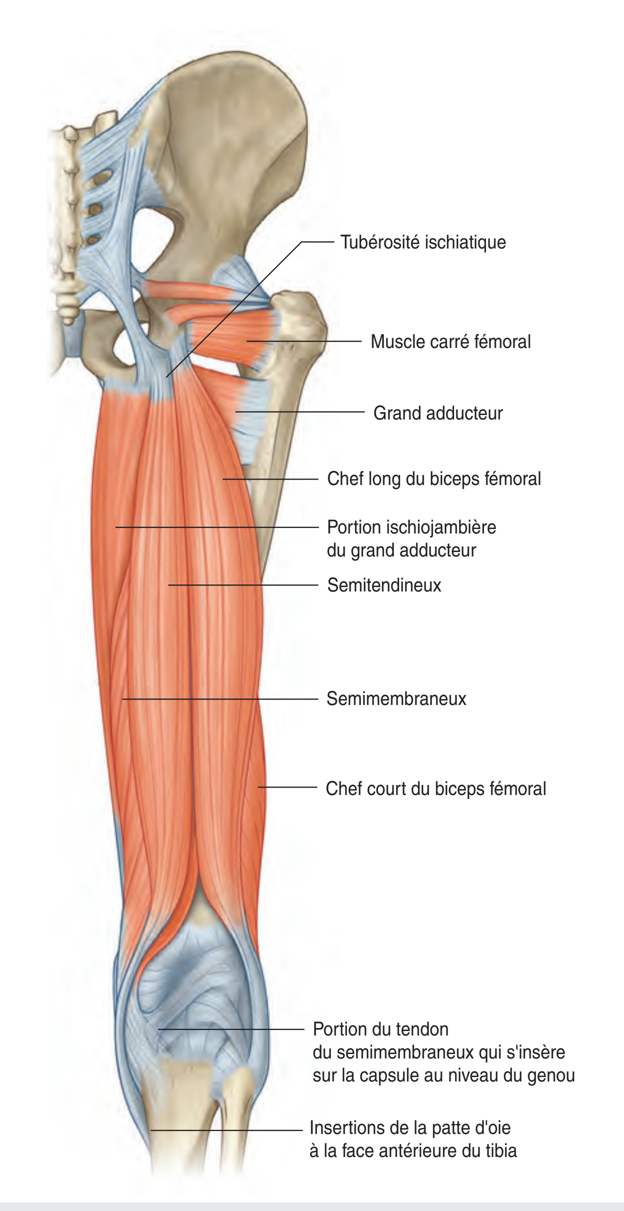


Figure 6.63 Muscles du compartiment postérieur de la cuisse. Vue postérieure.

Muscle semitendineux

Le **muscle semitendineux** est médial par rapport au biceps fémoral dans le compartiment postérieur (fig. 6.63). Il naît avec le long chef du muscle biceps fémoral à la partie inféromédiale de la partie supérieure de la tubérosité ischiatique. Le corps musculaire en forme de fuseau se termine à la moitié inférieure de la cuisse et se prolonge par un cordon tendineux, qui repose sur le muscle semimembraneux et descend au genou. Le tendon s'incurve au niveau du condyle médial du tibia et va s'insérer à la face médiale du tibia en arrière de l'insertion des muscles gracile et sartorius comme une partie de la patte d'oie.

Le semitendineux fléchit la jambe au niveau de l'articulation du genou et étend la cuisse au niveau de la hanche. Travaillant avec le muscle semimembraneux, il permet la rotation médiale de la cuisse au niveau de la hanche et la rotation médiale de la jambe au niveau du genou.

Le muscle semitendineux est innervé par le nerf tibial, rameau terminal du nerf ischiatique.

Muscle semimembraneux

Le **muscle semimembraneux** est situé en avant du semitendineux dans le compartiment postérieur de la cuisse (fig. 6.63). Il s'insère en haut sur la zone supérolatérale de la tubérosité ischiatique et, distalement, principalement dans un sillon de la surface médiale et postérieure du condyle tibial médial. Des expansions du tendon s'insèrent aussi à ce niveau et contribuent à la formation des ligaments et des fascias autour du genou.

En clinique

Traumatismes musculaires du membre inférieur

Les lésions des muscles peuvent être dues à des traumatismes ou à un effort intense et/ou prolongé.

Les traumatismes peuvent provoquer des lésions minimes du muscle pouvant se traduire par une zone liquidienne au sein du muscle. En cas de traumatismes sévères, les fibres musculaires peuvent être rompues. On peut parfois constater une rupture complète du muscle. Les muscles les plus souvent concernés sont les muscles ischiojambiers. Les lésions au-dessous du genou se voient surtout au niveau du muscle soléaire mais d'autres muscles peuvent être concernés.

Le muscle semimembraneux est innervé par le rameau tibial du nerf ischiatique.

Lésions des muscles ischiojambiers

Les lésions des muscles ischiojambiers sont une cause commune de douleur chez les sportifs, particulièrement chez les compétiteurs dans des sports qui demandent un degré élevé de puissance et de vitesse (comme la course de vitesse, l'athlétisme, le football) exposant les muscles ischiojambiers à des allongements excessifs.

La lésion peut aller d'une légère élongation jusqu'à une rupture complète du muscle ou du tendon. Elle survient le plus souvent au cours d'accélérations ou de décélérations soudaines ou d'un rapide changement de direction. Chez l'adulte, la topographie lésionnelle est le plus souvent la jonction muscle-tendon, qui constitue une large zone de transition entre le corps musculaire et le tendon. Une avulsion de la tubérosité ischiatique avec le tendon proximal est commune chez l'adolescent, surtout au cours d'une flexion brutale de hanche parce que l'apophyse ischiatique est le point le plus faible de l'origine proximale des ischiojambiers dans ce groupe d'âge (fig. 6.64). L'échographie et l'IRM peuvent être utilisées pour confirmer la lésion des ischiojambiers ; l'IRM renseigne de plus sur l'étendue de la lésion, mais donne aussi des indications pronostiques (risque futur de re-rupture, perte de fonction, etc.).



Figure 6.64 Coupe coronale en IRM du pelvis postérieur et de la cuisse montrant une lésion par avulsion des ischiojambiers.

Le semimembraneux fléchit la jambe au niveau du genou et étend la cuisse au niveau de la hanche. Travaillant avec le semitendineux, il assure la rotation médiale de la cuisse au niveau de la hanche et de la jambe au niveau du genou.

Artères

Trois artères pénètrent dans la cuisse : l'artère fémorale, l'artère obturatrice et l'artère glutéale inférieure. Des trois, l'artère fémorale est la plus importante et irrigue la majorité du membre inférieur. Les trois artères contribuent par leurs anastomoses au réseau vasculaire autour de la hanche.

Artère fémorale

L'artère fémorale prolonge l'artère iliaque externe. Elle commence au passage de l'artère sous le ligament inguinal à son entrée dans le trigone fémoral à la face antérieure de la racine de la cuisse (fig. 6.65). L'artère fémorale est palpable dans le trigone fémoral au-dessous du ligament inguinal à mi-distance entre l'épine iliaque antérosupérieure et la symphyse pubienne.

L'artère fémorale passe verticalement à travers le trigone fémoral et descend dans le canal des adducteurs. L'artère quitte le canal en traversant le hiatus du muscle grand adducteur, et devient l'artère poplitée à la face postérieure du genou.

Un groupe de quatre petites branches – l'artère épigastrique superficielle, l'artère circonflexe iliaque superficielle, l'artère pudendale externe superficielle et l'artère pudendale externe profonde – naît de l'artère fémorale dans le trigone fémoral et irrigue les régions cutanées de la racine de la cuisse, de la partie basse de l'abdomen et le périnée.

Artère fémorale profonde

La plus volumineuse branche de l'artère fémorale à la cuisse est l'**artère fémorale profonde**, qui prend naissance au bord latéral de l'artère fémorale dans le trigone fémoral et assure la plus grande partie de la vascularisation de la cuisse (fig. 6.65). L'artère fémorale profonde :

- passe en arrière, entre les muscles pectiné et long adducteur, puis entre les muscles long adducteur et court adducteur ;
- ensuite, chemine entre le long adducteur et le grand adducteur pour finalement traverser le grand adducteur au niveau du hiatus tendineux et se connecter avec les branches de l'artère poplitée à la face postérieure du genou.

L'artère fémorale profonde a des branches collatérales : les artères circonflexes latérale et médiale de la cuisse, et trois branches perforantes.

Artère circonflexe latérale de la cuisse

L'**artère circonflexe latérale de la cuisse** a son origine à la face latérale de l'artère fémorale profonde (fig. 6.66), mais peut aussi venir directement de l'artère fémorale. Elle se dirige latéralement et passe en arrière du muscle sartorius et du muscle droit fémoral. Elle se divise en trois branches terminales :

- une **branche ascendante** se dirige latéralement, passant en arrière du muscle tenseur du fascia lata, et se connecte à une branche de l'artère circonflexe médiale pour former un anneau artériel qui entoure le col du fémur, et irrigue le col et la tête du fémur ;
- une **branche descendante** passe sous le droit fémoral et pénètre dans le muscle vaste latéral ; elle s'anastomose avec une branche de l'artère poplitée près du genou ;
- une **branche transverse** passe latéralement et pénètre le muscle vaste latéral, puis entoure la diaphyse proximale et s'anastomose avec les branches de l'artère circonflexe fémorale médiale, de l'artère glutéale inférieure et de la première artère perforante pour former l'anastomose cruciforme autour de la hanche.

Artère circonflexe médiale de la cuisse

L'**artère circonflexe médiale de la cuisse** naît le plus souvent de la face postéromédiale de l'artère fémorale profonde, mais elle peut naître directement de l'artère fémorale (fig. 6.66). Elle chemine autour de la diaphyse fémorale, passant d'abord entre le pectiné et le muscle iliopsoas puis entre les muscles obturateur externe et court adducteur. Près du

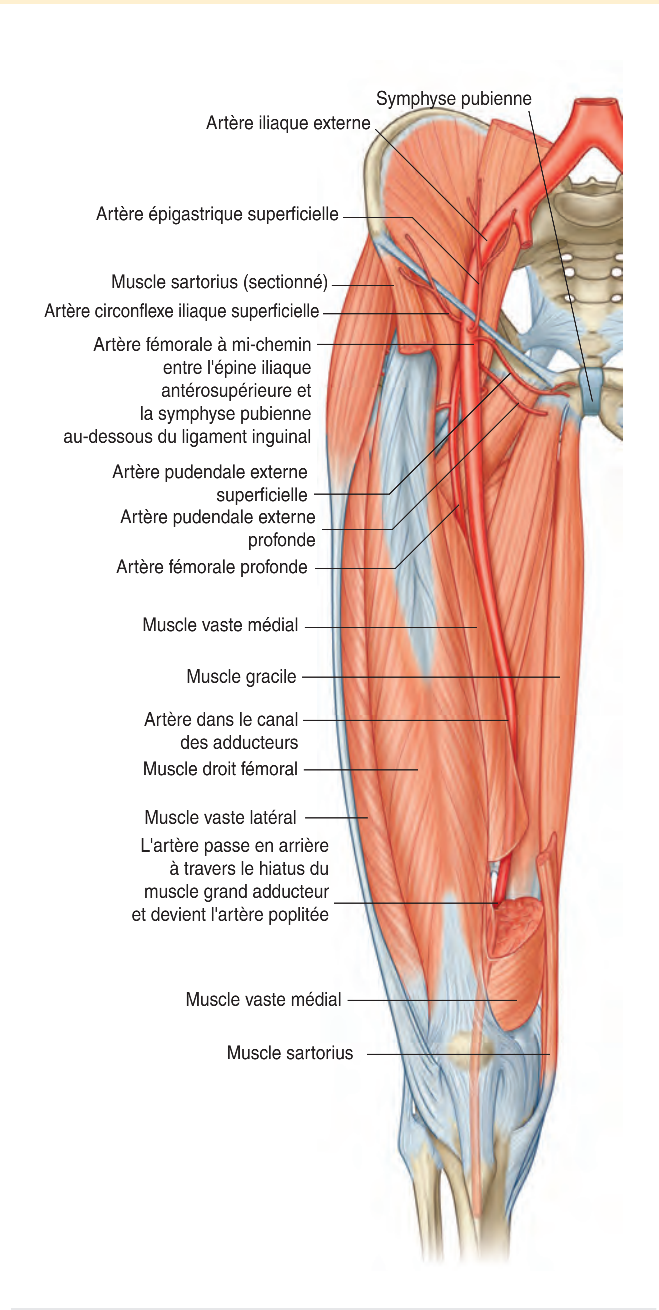


Figure 6.65 Artère fémorale.

bord du court adducteur, l'artère donne des petites branches qui entrent dans l'articulation de la hanche au niveau de l'incisure acétabulaire, et s'anastomose avec le rameau acétabulaire de l'artère obturatrice.

L'artère circonflexe médiale passe par-dessus le bord supérieur du grand adducteur et se divise en deux branches à la face profonde du carré fémoral :

- une branche ascendante vers la fosse trochantérique se connecte avec les branches des artères glutéales et circonflexes latérales ;
- une autre branche se porte latéralement et participe, avec les artères venues de l'artère circonflexe latérale, de l'artère glutéale inférieure et de la première perforante, à la formation du réseau artériel périarticulaire de la hanche.

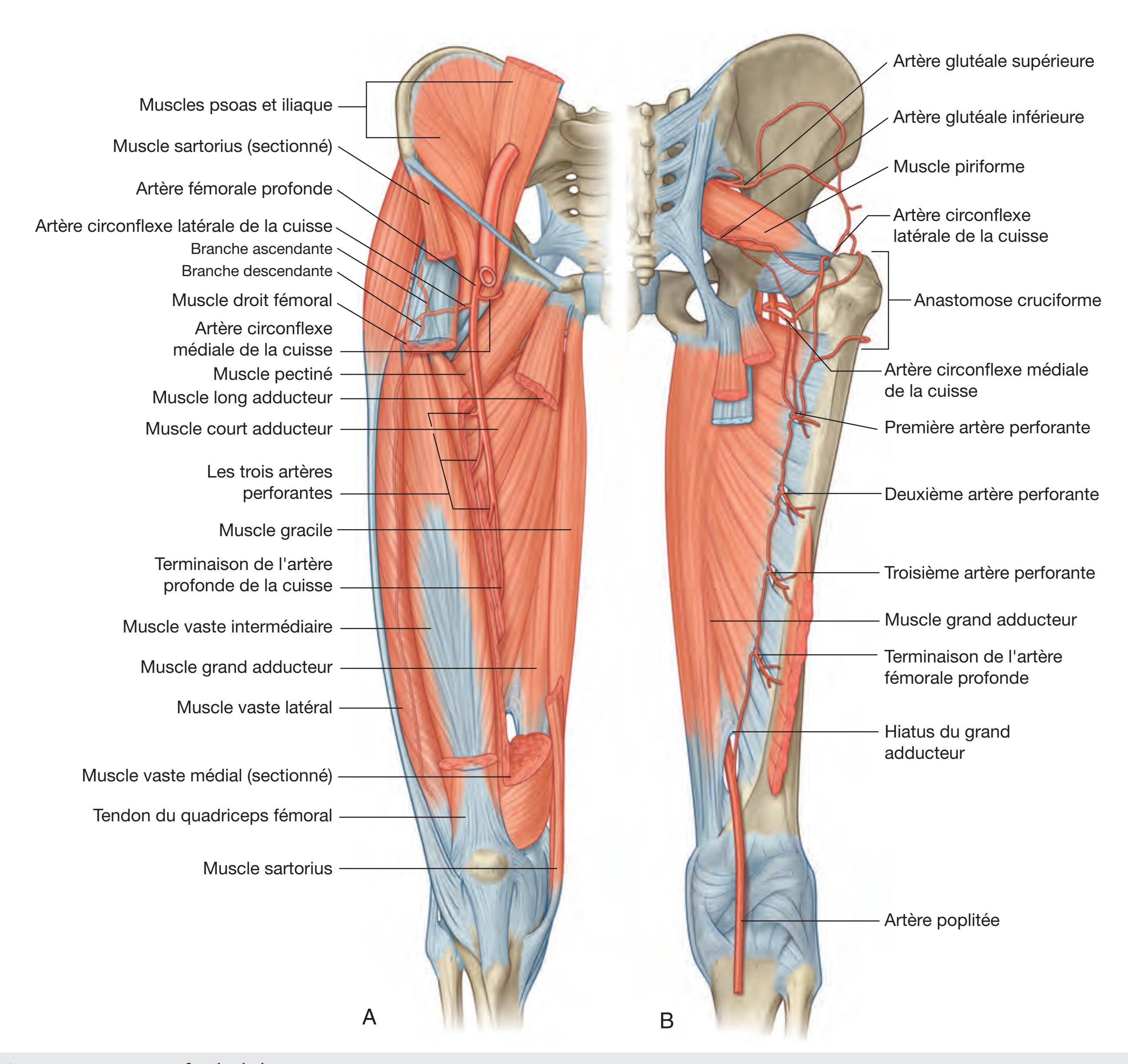


Figure 6.66 Artère profonde de la cuisse. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérieure.

Artères perforantes

Les trois **artères perforantes** sont issues de l'artère fémorale profonde de la cuisse (fig. 6.66) dans son trajet en avant du muscle court adducteur. La première naît au-dessus du muscle, la deuxième naît en avant du muscle, et la troisième au-dessous du muscle. Ces trois artères traversent le grand adducteur près de ses insertions sur la ligne âpre et vont irriguer le compartiment postérieur de la cuisse. Les artères donnent des branches ascendantes et descendantes ; celles-ci s'anastomosent entre elles pour former un réseau anastomotique longitudinal qui participe à sa partie supérieure au réseau vasculaire périarticulaire de la hanche et, à sa partie inférieure, s'anastomose aux branches de l'artère poplitée à la face postérieure du genou.

Artère obturatrice

L'**artère obturatrice** est une branche de l'artère iliaque interne qui naît dans la cavité pelvienne. L'artère pénètre dans le compartiment médial de la cuisse en passant dans le canal obturateur (fig. 6.67). Dans le canal obturateur, l'artère obturatrice se divise en deux branches : une **branche antérieure** et une **branche postérieure**.

La branche postérieure la plus importante se porte en arrière et contourne en une courbe à concavité antérieure la partie postérieure du foramen obturé et se termine en s'anastomosant avec la branche antérieure et l'artère glutéale inférieure sous le carré fémoral et avec l'artère circonflexe fémorale médiale. De plus, des branches acétabulaires venues de la branche postérieure pénètrent dans la hanche par l'incisure acétabulaire et contribuent à la vascularisation de la tête fémorale.



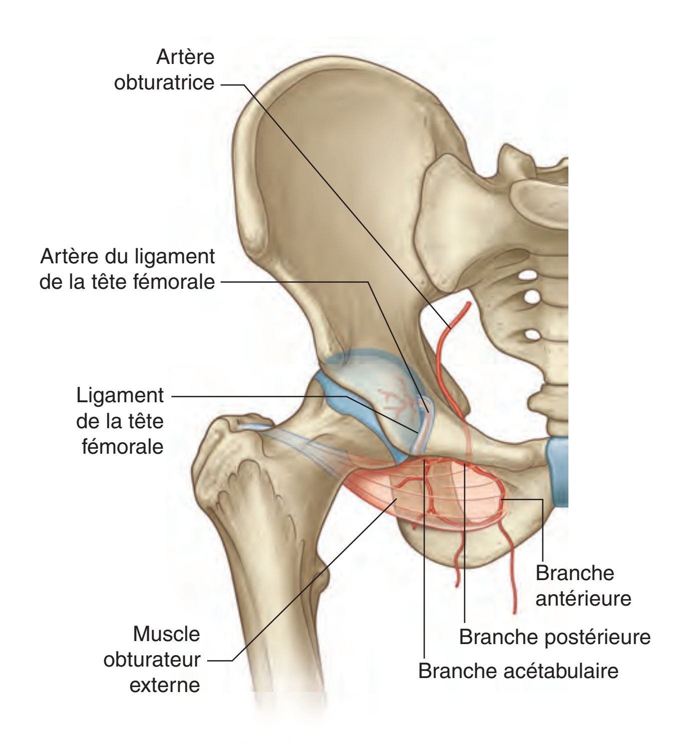


Figure 6.67 Artère obturatrice.

Veines

Les veines de la cuisse se divisent en veines superficielles et veines profondes. Les veines profondes sont généralement satellites des artères du même nom. Les veines superficielles sont dans le fascia superficiel et connectées avec les veines profondes. Elles n'accompagnent pas les artères. La plus importante des veines superficielles à la cuisse est la veine grande saphène.

Veine grande saphène

La veine grande saphène naît de l'arcade veineuse du dos du pied et monte le long du bord médial de la jambe et de la cuisse. À la partie supérieure de la cuisse dans le trigone fémoral, la veine passe à travers le hiatus saphène du fascia profond qui recouvre la face antérieure de la cuisse pour rejoindre la veine fémorale.

En clinique

Maladie vasculaire périphérique

La maladie vasculaire périphérique est souvent caractérisée par une réduction de la circulation sanguine dans les jambes. Ce trouble peut être dû soit à des sténoses (rétrécissements de la lumière des vaisseaux), soit à des occlusions provoquant une réduction du débit artériel ou un arrêt de la circulation des artères du membre inférieur. Les lésions peuvent siéger à des niveaux variables : l'aorte à sa partie basse, les artères iliaque, fémorale, tibiale et fibulaire. Les patients se présentent avec un tableau clinique d'ischémie chronique ou d'ischémie aiguë de la jambe.

Ischémie chronique de la jambe

L'ischémie chronique de la jambe est un désordre lié à l'évolution athéromateuse des vaisseaux dont la lumière est réduite de plus de 50 %. La plupart de ces patients ont une pathologie vasculaire générale (maladie artérielle) intéressant le système cardiovasculaire et cérébrovasculaire à des degrés divers ; cette pathologie peut être symptomatique ou non. Certains de ces patients peuvent développer une ischémie sévère menaçant la vitalité du membre.

Le symptôme le plus commun de l'ischémie chronique des membres est la **claudication intermittente**. Les patients rapportent une histoire de douleur dans les muscles du mollet (habituellement liée à une occlusion ou à une sténose de l'artère fémorale) ou des douleurs dans les fesses (fréquemment dues à une occlusion ou à une sténose des segments artériels aorto-iliaques). La douleur ressentie dans ces muscles est souvent une sorte de crampe déclenchée par la marche. Avec le repos, le patient est capable de reprendre la marche pour une distance variable jusqu'au retour de la douleur qui l'oblige à s'arrêter à nouveau.

Ischémie aiguë sur ischémie chronique

Chez certains patients ayant une ischémie chronique, un accident aigu peut survenir par occlusion ou sténose aggravée du vaisseau, entraînant un tableau dramatique menaçant la vitalité du membre.

Parfois, une ischémie aiguë de la jambe peut survenir sans qu'il y ait de maladie athéromateuse évidente. Une embolie artérielle doit alors être évoquée par migration d'un caillot à partir du cœur. Les patients ayant une insuffisance mitrale et une fibrillation auriculaire sont menacés par ces embolies.

Ischémies critiques

L'ischémie critique des membres s'installe lorsque la vascularisation artérielle est insuffisante. Beaucoup de patients à ce stade ont des douleurs importantes au niveau de la jambe ou au pied au repos, et peuvent déjà présenter des ulcérations ou même des zones de gangrène. Les patients nécessitent un traitement urgent qui peut être une reconstruction artérielle chirurgicale, une angioplastie radiologique ou même une amputation.

Nerfs

Il y a trois nerfs principaux à la cuisse, chacun étant lié à un des trois compartiments. Le nerf fémoral est situé dans le compartiment antérieur de la cuisse, le nerf obturateur dans le compartiment médial, le nerf ischiatique dans le compartiment postérieur de la cuisse.

Nerf fémoral

Le nerf fémoral naît du plexus lombal (nerfs spinaux L2 à L4). Il chemine sur la paroi abdominale postérieure et pénètre dans le trigone fémoral en passant sous le ligament inguinal (fig. 6.68). Dans le trigone fémoral, le nerf est situé sur le bord latéral de l'artère fémorale en dehors de la gaine vasculaire qui entoure les vaisseaux.

Avant d'entrer dans la cuisse, le nerf fémoral fournit des rameaux aux muscles iliaque et pectiné.

Après avoir croisé le ligament inguinal, le nerf fémoral se divise en deux rameaux, antérieur et postérieur, qui fournissent l'innervation des muscles du compartiment antérieur de la cuisse, et l'innervation du revêtement cutané des faces antérieure et médiale de la cuisse ainsi que du bord médial de la jambe et du pied.

Les rameaux du nerf fémoral (fig. 6.68) comprennent :

- les rameaux cutanés antérieurs qui traversent le fascia profond pour innerver la peau de la face antérieure de la cuisse et du genou ;
- de nombreux nerfs moteurs qui innervent le muscle quadriceps fémoral (droit fémoral, vaste latéral, vaste intermédiaire et vaste médial) et le muscle sartorius ;
- un long nerf cutané, le nerf saphène, qui innerve la peau jusqu'au bord médial du pied.

Le **nerf saphène** accompagne l'artère fémorale mais ne traverse pas le hiatus du grand adducteur avec l'artère. Le nerf pénètre près de la terminaison du canal des adducteurs directement dans le tissu conjonctif entre le muscle sartorius et le muscle gracile sur la face médiale du genou. À ce niveau, le nerf saphène perfore le fascia profond et devient sous-cutané pour suivre la veine grande saphène. Il assure l'innervation du bord médial du genou, de la jambe et du pied.

Nerf obturateur

Le nerf obturateur est un rameau du plexus lombal (nerfs spinaux L2 à L4). Il chemine sur la face postérieure de la paroi abdominale. Il descend dans le muscle psoas pour entrer dans le pelvis (fig. 6.69). Le nerf obturateur continue le long de la paroi pelvienne et entre dans le compartiment médial de la cuisse en passant dans le canal obturateur. Il innerve la plupart des muscles adducteurs et la peau de la face médiale de la cuisse. Lorsque le nerf pénètre dans la cuisse, il se divise en deux rameaux antérieur et postérieur qui sont séparés par le muscle court adducteur.

- Le **rameau postérieur** descend derrière le muscle court adducteur et chemine sur la face antérieure du muscle grand adducteur. Il innerve les muscles obturateur externe

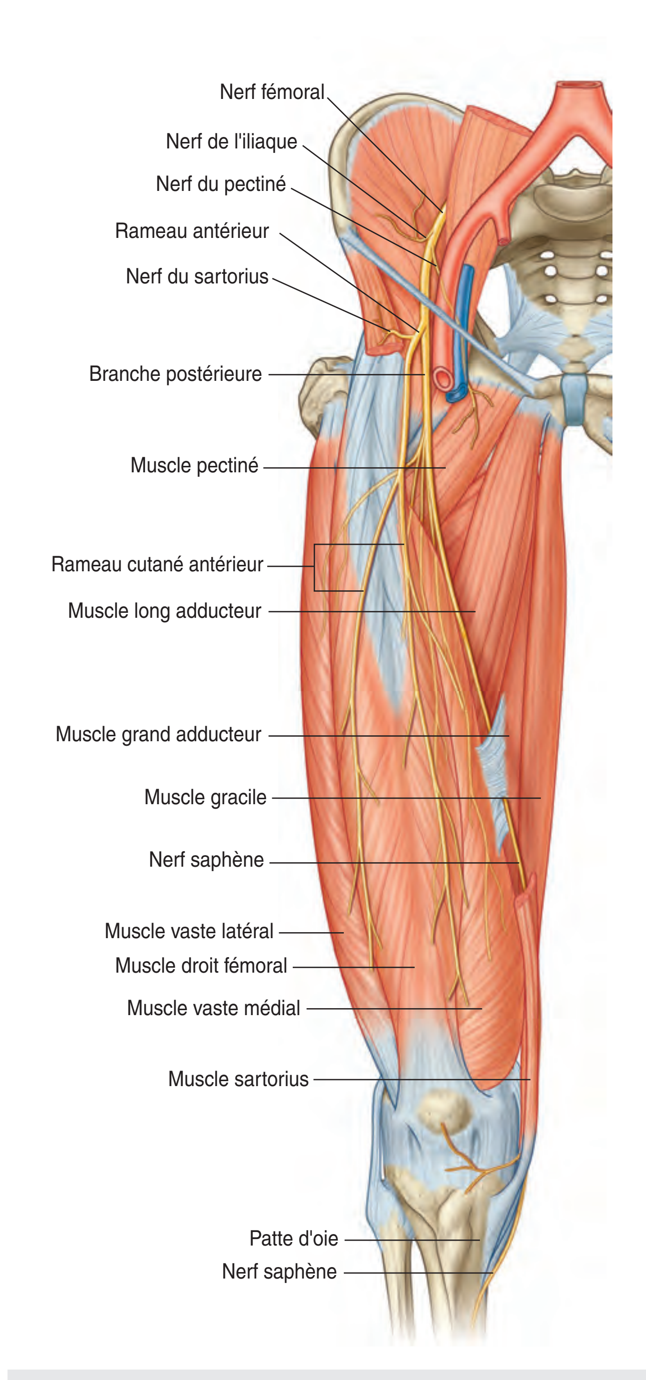


Figure 6.68 Nerf fémoral.




et court adducteur et la partie du grand adducteur qui s'insère sur la ligne âpre.

- Le **rameau antérieur** descend sur la face antérieure du muscle court adducteur et chemine derrière le pectiné et le long adducteur. Il innerve les muscles long adducteur, gracile et court adducteur. Il participe souvent à l'innervation du pectiné. Il donne des rameaux sensitifs cutanés pour la face médiale de la cuisse.

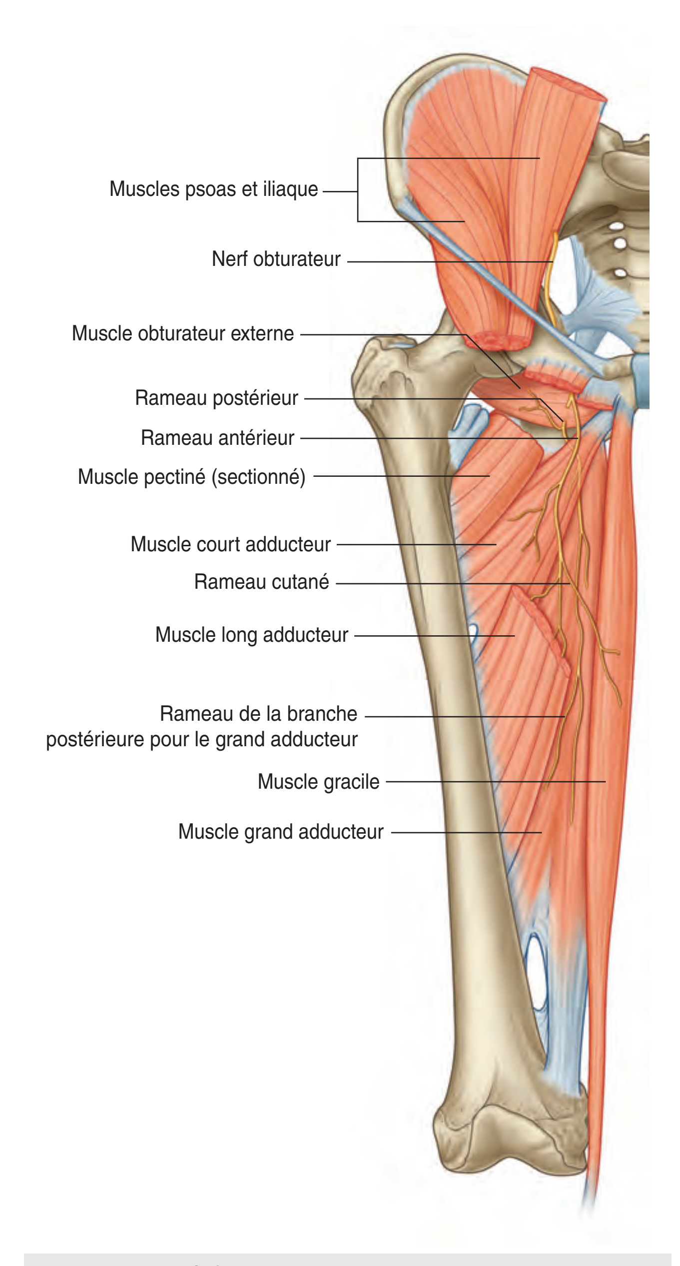


Figure 6.69 Nerf obturateur.

Nerf ischiatique

Le nerf ischiatique (nerfs spinaux L4 à S3) descend dans le compartiment postérieur de la cuisse venant de la région glutéale (fig. 6.70). Il innerve tous les muscles du compartiment postérieur de la cuisse. Ses rameaux se prolongent à la jambe et au pied.

Dans le compartiment postérieur de la cuisse, le nerf ischiatique est situé sur le muscle grand adducteur et est croisé par le long chef du biceps fémoral.

Le plus souvent près du genou mais quelquefois plus haut à la cuisse ou dans le pelvis, le nerf ischiatique se divise en ses deux troncs terminaux : le **nerf tibial** et le **nerf fibulaire commun**. Ces deux nerfs descendent verticalement dans la cuisse et entrent dans la fosse poplitée en arrière du genou. À ce niveau, les deux nerfs rejoignent l'artère et la veine poplitées.

Nerf tibial

La partie tibiale du nerf ischiatique, avant ou après sa séparation du nerf fibulaire commun, fournit des rameaux à tous les muscles du compartiment postérieur de la cuisse (long chef du biceps fémoral, semimembraneux, semitendineux), à l'exception du chef court du biceps fémoral qui est innervé par le nerf fibulaire commun (fig. 6.70).

Le **nerf tibial** descend à travers la fosse poplitée, entre dans le compartiment postérieur de la jambe et rejoint la plante du pied.

Le nerf tibial innerve :

- tous les muscles du compartiment postérieur de la jambe ;
- tous les muscles intrinsèques de la plante du pied, y compris les deux premiers muscles interosseux dorsaux, qui peuvent aussi recevoir leurs innervations du nerf fibulaire profond ;
- la partie inférieure de la face postérieure de la jambe ;
- la partie latérale de la cheville et du talus ;
- le bord latéral du pied ;
- la plante du pied ;
- et la face plantaire des orteils et la face dorsale des dernières phalanges des orteils.

Nerf fibulaire commun

Le **nerf fibulaire commun**, division terminale du nerf ischiatique, innerve le chef court du biceps fémoral à la partie postérieure de la cuisse, puis se continue dans les compartiments latéral et antérieur de la jambe jusqu'au pied (fig. 6.70).

Le nerf fibulaire commun innerve :

- tous les muscles des compartiments antérieur et latéral de la jambe ;

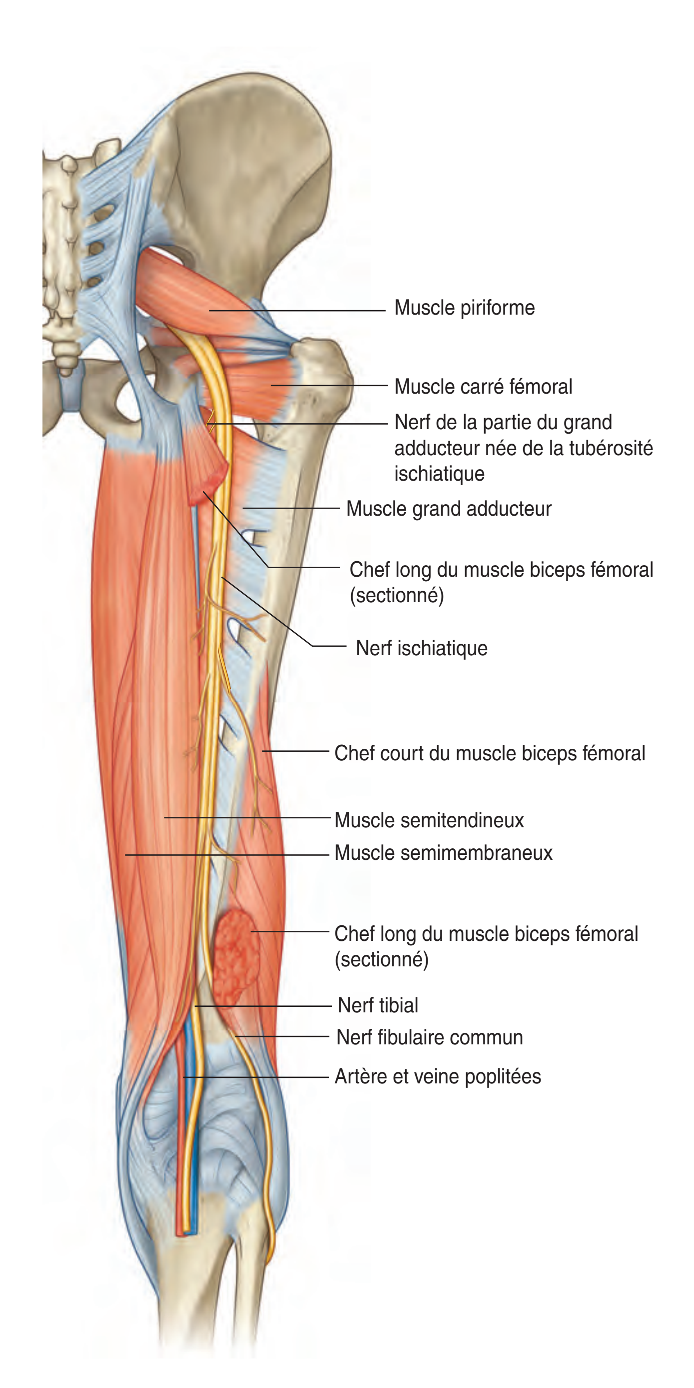


Figure 6.70 Nerf ischiatique.

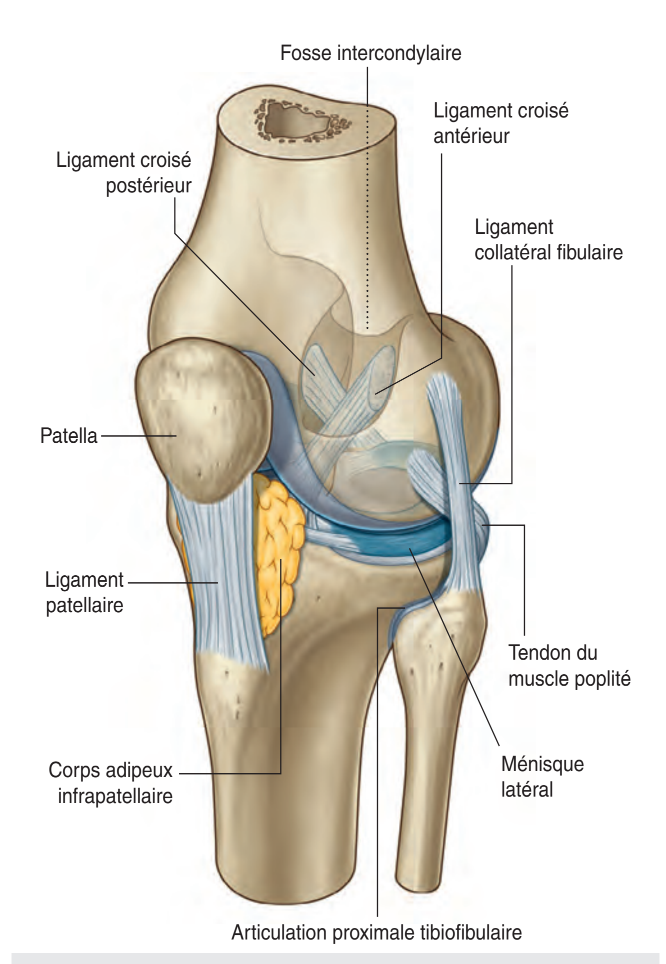


Figure 6.71 Articulation du genou. La capsule n'est pas montrée.

- un muscle sur le dos du pied, le court extenseur des orteils ;
- les deux premiers muscles interosseux dorsaux à la plante du pied ;
- la peau de la face latérale de la jambe et de la cheville et le dos du pied et des orteils.

Articulation du genou

L'articulation du genou est la plus grande articulation synoviale du corps. Elle comprend :

- l'articulation fémorotibiale, entre le fémur et le tibia, qui est une articulation portante ;
- l'articulation fémoropatellaire, entre la patella et le fémur, qui permet au muscle quadriceps fémoral d'exercer une traction directement en avant du genou sur le tibia sans usure du tendon (fig. 6.71).

Deux fibrocartilages, les ménisques, un de chaque côté, situés entre les condyles fémoraux et le tibia, permettent une adaptation de la forme des surfaces articulaires au cours des mouvements de l'articulation.



Les mouvements du genou sont complexes. L'articulation fonctionne comme une charnière permettant la flexion et l'extension. Comme toutes les articulations charnières, le genou est renforcé par de solides ligaments collatéraux sur chacune de ses faces latérales. De plus, deux très solides ligaments (les ligaments croisés) unissent les extrémités articulaires du fémur et du tibia, et maintiennent leurs fonctions durant le mouvement articulaire.

Comme l'articulation du genou est portante, elle présente un mécanisme de verrouillage qui réduit la dépense énergétique musculaire pendant la station verticale en maintenant l'articulation en extension.

Surfaces articulaires

Les surfaces articulaires des os qui contribuent à former l'articulation du genou sont recouvertes de cartilage hyalin. Les surfaces intéressées sont :

- les surfaces des deux condyles fémoraux ;
- les surfaces en regard de la face supérieure des condyles tibiaux.

Les surfaces des condyles fémoraux qui s'articulent avec le tibia en flexion du genou sont incurvées ou rondes, alors que les surfaces qui s'articulent en pleine extension sont planes (fig. 6.72).

Les surfaces des condyles fémoraux entre le fémur et la patella forment une tranchée en forme de V à la face antérieure de l'extrémité distale du fémur où les deux condyles sont unis. Les surfaces cartilagineuses s'articulent avec la face postérieure de la patella. Les surfaces articulaires sont toutes incluses dans une seule cavité articulaire, ainsi que les ménisques intra-articulaires entre les condyles fémoraux et les condyles tibiaux.

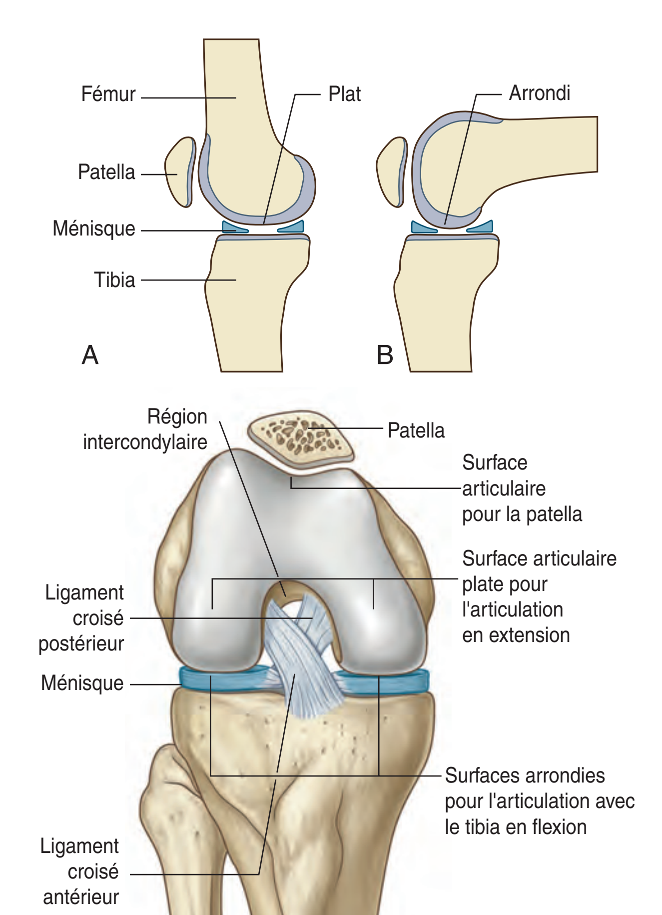


Figure 6.72 Surfaces articulaires de l'articulation du genou. **A.** En extension. **B.** En flexion. **C.** Vue antérieure (fléchi).

Ménisques

Les deux ménisques médial et latéral sont des fibrocartilages en forme de croissant (fig. 6.73). Les deux sont amarrés à leurs extrémités à des facettes d'insertion au niveau de la région intercondylaire tibiale. Les deux ménisques sont attachés par leurs extrémités à des facettes osseuses de la région intercondylaire du plateau tibial.

Le **ménisque médial** est amarré à la capsule sur toute l'étendue de son bord périphérique, alors que le **ménisque latéral** est indépendant du ligament collatéral latéral. Il en résulte une plus grande mobilité du ménisque latéral.

Les ménisques sont reliés en avant par le ligament transverse du genou. Le ménisque latéral est également en rapport étroit avec le tendon du muscle poplité qui passe entre le ménisque et la capsule avant de s'insérer sur le fémur.

Les ménisques améliorent la congruence entre les condyles fémoraux et tibiaux au cours des mouvements. Les condyles fémoraux s'articulant avec le plateau tibial ont une surface articulaire de contact réduite avec le plateau tibial en flexion et une plus grande surface de contact en extension.

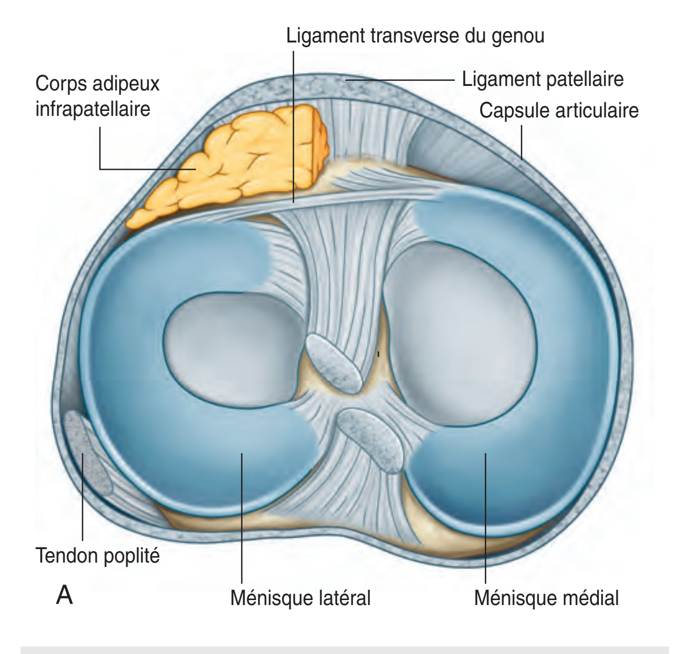


Figure 6.73 Ménisques de l'articulation du genou. **A.** Vue supérieure.

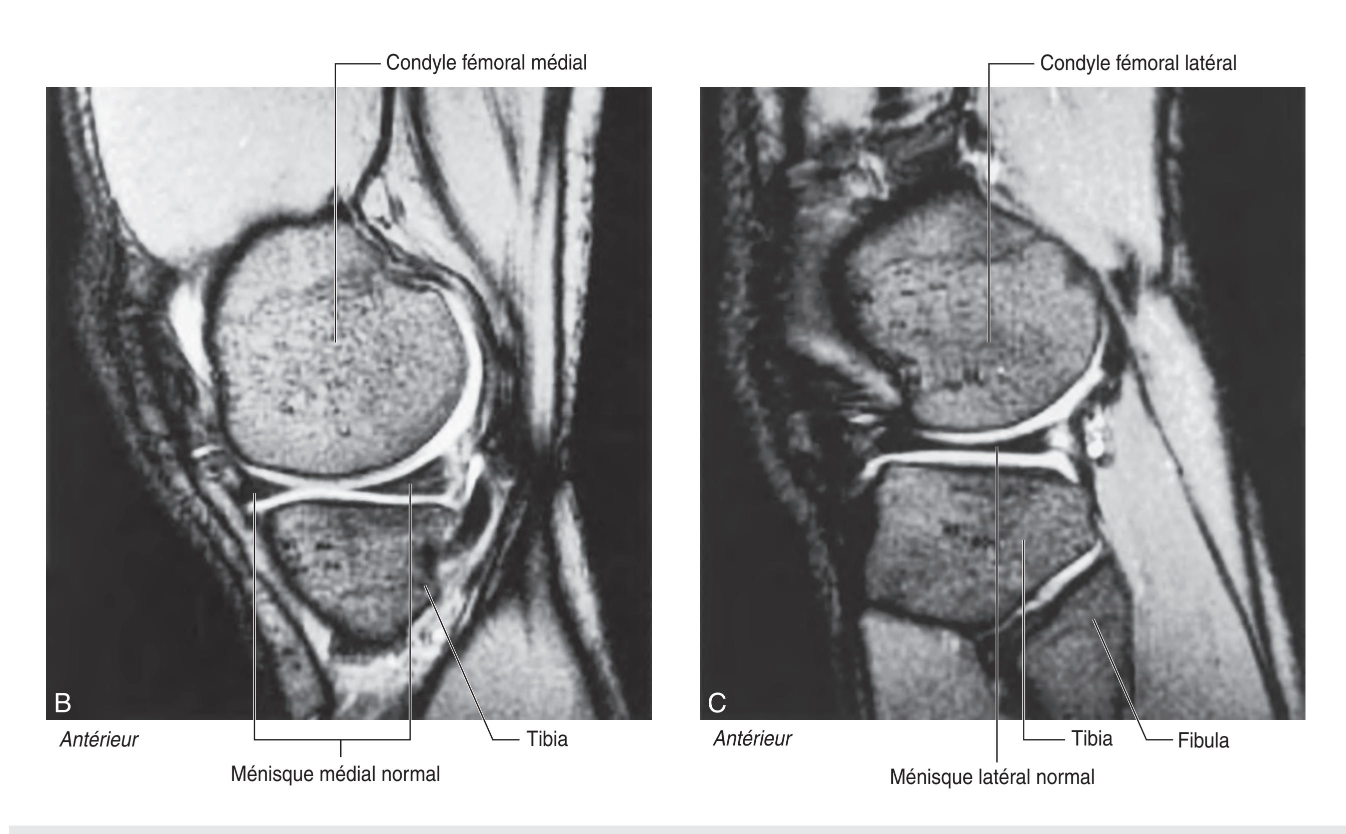


Figure 6.73. Suite. Ménisques de l'articulation du genou. **B.** Genou normal montrant le ménisque médial. Imagerie par résonance magnétique (T2) dans le plan sagittal. **C.** Genou normal montrant le ménisque latéral. Imagerie par résonance magnétique (T2) dans le plan sagittal.

En clinique

Lésions méniscales

Les ménisques peuvent être déchirés lors de mouvements de rotation forcée du genou, mais un traumatisme intense n'est pas toujours obligatoire pour que la lésion survienne. Il existe différents types de lésions méniscales selon le plan de clivage, comme les ruptures verticales (perpendiculaires au plateau tibial), horizontales (parallèles au grand axe du ménisque et perpendiculaires au plateau tibial), ou en anse de seau (déchirure longitudinale dont la portion arrachée forme une anse qui peut s'interposer dans l'incisure intercondylaire).

Le patient se plaint de douleurs localisées sur le côté latéral ou médial du genou, d'un blocage ou d'un ressaut, d'une sensation de dérobement et de gonflement, qui peut être intermittent et souvent retardé.

L'IRM est l'examen de choix pour affirmer les lésions méniscales et détecter d'autres lésions associées, comme les lésions ligamentaires et cartilagineuses (fig. 6.74A). Une arthroscopie est habituellement pratiquée pour réparer une rupture, débrider les tissus lésés, ou rarement réséquer tout le ménisque lésé (fig. 6.74B).

(Suite)



En clinique—*Suite*

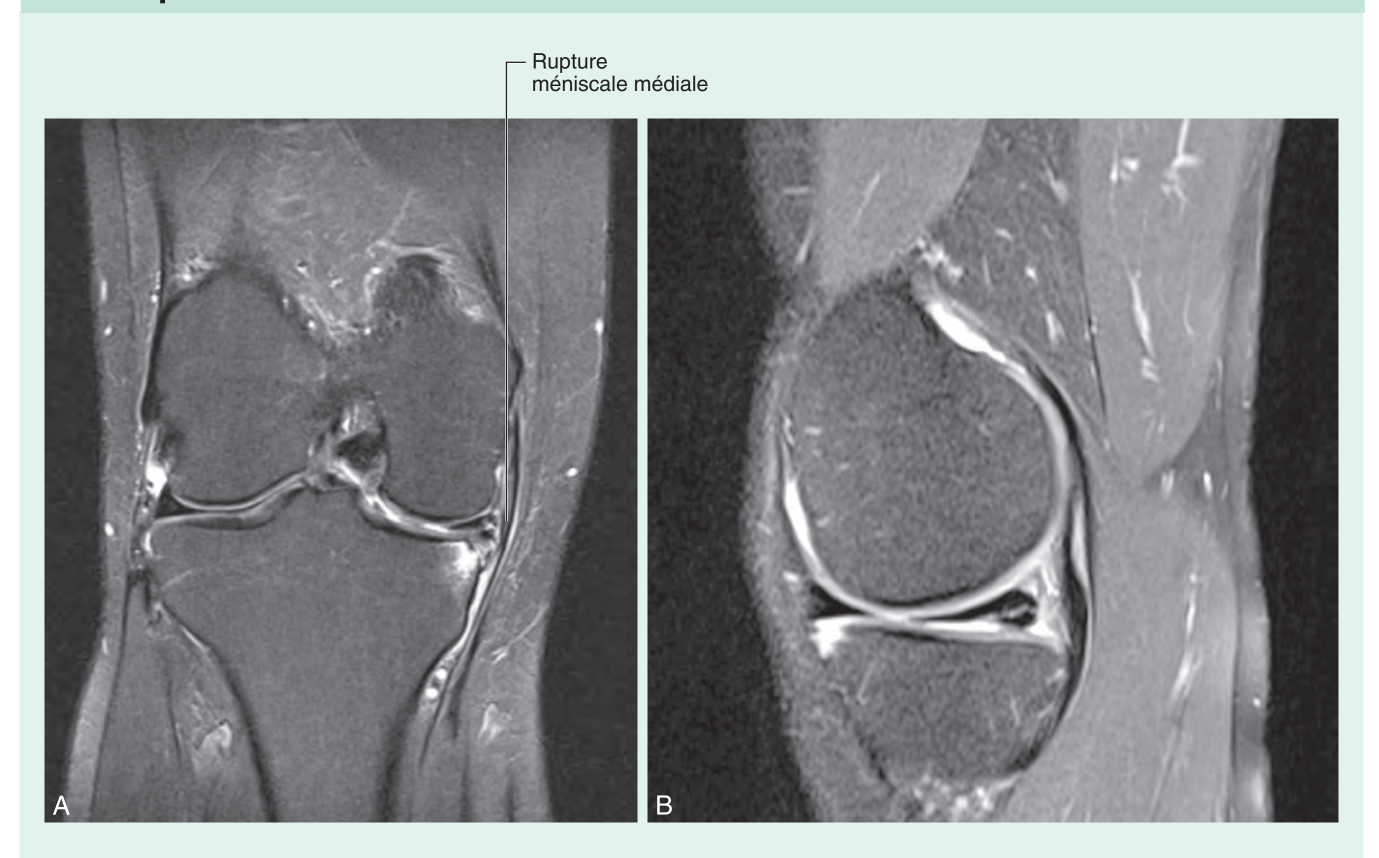


Figure 6.74 Lésion méniscale et réparation. **A.** Coupe sagittale IRM du genou montrant la lésion du ménisque médial. **B.** Coupe coronale IRM du genou montrant un ménisque latéral tronqué après méniscectomie partielle pour rupture.

Ligament croisé postérieur
Ligament croisé antérieur
Pli synovial infrapatellaire
Pli synovial alaire
Membrane synoviale
Corps adipeux infrapatellaire
Tendon poplité
Ligament patellaire
Bourse sous-poplitée
Tibia
Ménisque latéral
Fibula
A

Tendon du quadriceps
Muscle articulaire du genou
Bourse suprapatellaire
Patella
Bourse prépatellaire
Ligament patellaire
Corps adipeux infrapatellaire
Bourses sous-cutanée et profonde infrapatellaires
Avant
Arrière
B

Figure 6.75 Membrane synoviale de l'articulation du genou et bourses séreuses associées. **A.** Vue supérolatérale ; patella et fémur non visibles. **B.** Section sagittale du genou.

Membrane synoviale

La membrane synoviale du genou s'attache à la périphérie des surfaces articulaires et aux bords supérieur et inférieur des limites externes des ménisques (fig. 6.75A). Les deux ligaments croisés qui s'attachent dans la région intertuberculaire du plateau tibial en bas et dans la fosse intercondylaire du fémur en haut sont en dehors de la cavité synoviale mais enfermés dans la membrane fibreuse du genou (extrasynoviaux mais intracapsulaires).

En arrière, la membrane synoviale se réfléchit sur la face profonde de la capsule fibreuse et tapisse les deux côtés du ligament croisé postérieur, et passe devant les deux ligaments en les excluant de la cavité articulaire.

En avant, la membrane synoviale est séparée du ligament patellaire par une masse graisseuse, le **corps adipeux infrapatellaire**. De chaque côté de cette masse, la membrane synoviale forme des franges ou **plis alaires** qui s'immiscent dans la cavité articulaire. De plus, la membrane synoviale recouvrant la partie la plus basse du corps adipeux infrapatellaire est soulevée par un pli dirigé vers l'arrière (**pli synovial infrapatellaire**).

La membrane synoviale du genou forme des poches ou bourses séreuses en deux endroits pour faciliter le glissement des tendons périarticulaires :

- la plus petite bourse séreuse est le **récessus sous-poplité** (bourse subpoplitée) (fig. 6.75A) qui s'étend en arrière et en dehors entre le ménisque latéral et le tendon du muscle poplité ;
- la seconde bourse séreuse, plus importante, située entre l'extrémité distale de la diaphyse fémorale et le tendon du quadriceps fémoral, est la **bourse suprapatellaire** (fig. 6.75B) qui est en continuité avec la cavité synoviale. Au sommet de cette bourse est amarré un petit muscle qui attire la bourse vers le haut lors de l'extension du genou.

D'autres bourses séreuses sont présentes mais ne communiquent pas avec la cavité articulaire ; ce sont la bourse sous-cutanée prépatellaire, les bourses profonde et sous-cutanée infrapatellaires, et de nombreuses bourses liées aux tendons et ligaments périarticulaires (fig. 6.75B).

La bourse séreuse prépatellaire est sous-cutanée en avant de la patella. Les bourses infrapatellaires profonde et sous-cutanée sont respectivement aux bords sous-cutané et profond du ligament patellaire.

Capsule

La capsule, membrane fibreuse entourant le genou, est étendue. Elle est partiellement formée et renforcée par les tendons des muscles périarticulaires (fig. 6.76). En gros, la capsule enferme la cavité articulaire et la région intercondylaire.

- À la face médiale du genou, la capsule est intriquée avec les fibres du ligament collatéral tibial, et est attachée sur sa face interne au ménisque médial.
- En dehors, la face externe de la capsule est séparée par un espace du ligament collatéral fibulaire, et la face interne de la capsule n'est pas attachée au ménisque latéral.
- En avant, la capsule est attachée aux bords de la patella où elle est renforcée par des expansions tendineuses des muscles vastes latéral et médial, qui se réunissent pour former le tendon du quadriceps fémoral au-dessus de la patella et avec le ligament patellaire au-dessous de la patella.

La capsule est renforcée antérolatéralement par une expansion du tractus iliotibial et postéromédialement par une expansion du tendon du semimembraneux formant le **ligament poplité oblique** qui se dirige de dedans en dehors à la face postérieure de la capsule.

L'extrémité supérieure du tendon du muscle poplité passe à travers un orifice dans la partie postérolatérale de la capsule, et il est inclus dans la capsule lorsqu'il contourne l'articulation pour s'insérer à la face latérale du condyle fémoral.

Ligaments

Les principaux ligaments du genou sont le ligament patellaire, les ligaments collatéraux (tibial et fibulaire) et les ligaments croisés antérieur et postérieur.

Ligament patellaire

Le **ligament patellaire** est en fait la continuité du tendon du quadriceps fémoral au-dessous de la patella (fig. 6.76). Il est attaché en haut aux bords et à la pointe de la patella, et au-dessous à la tubérosité tibiale.

Ligaments collatéraux

Les ligaments collatéraux sont au nombre de deux, un de chaque côté de l'articulation. Ils stabilisent les mouvements du genou (fig. 6.77) qui est une articulation charnière.

Le **ligament collatéral fibulaire** est semblable à un cordon épais. Il s'attache en haut à la face latérale de l'épicondyle juste au-dessus du sillon d'insertion du tendon poplité. En bas, il est amarré dans une dépression de la face latérale de la tête de la fibula. Il est séparé de la capsule par une bourse séreuse.

Le **ligament collatéral tibial**, large et plat, est intriqué par la plus grande partie de sa face profonde avec la capsule. Il est attaché en haut à l'épicondyle médial juste au-dessous du tubercule de l'adducteur, puis descend en avant pour se fixer au bord du tibia et à la surface tibiale au-dessus et en arrière des insertions des tendons des muscles sartorius, gracile et semitendineux.

Ligaments croisés

Les deux ligaments croisés sont situés dans la région intercondylaire du genou et unissent solidement fémur et tibia (fig. 6.77D et fig. 6.78). Ils sont appelés «croisés» car ils se croisent entre eux dans le plan sagittal entre leurs insertions fémorales et tibiales.



- Le **ligament croisé antérieur** s'attache à une facette osseuse située à la partie antérieure de la zone intercondylaire du tibia, et monte en arrière pour s'insérer à une facette postérieure de la face latérale de la fosse intercondylaire du fémur.
- Le **ligament croisé postérieur** s'attache à la partie postérieure de la surface intercondylaire du tibia, et se dirige en haut et en avant pour se fixer à la paroi médiale de la fosse intercondylaire du fémur.

Le ligament croisé antérieur croise latéralement le ligament croisé postérieur à son passage à travers la région intercondylaire.

Le ligament croisé antérieur s'oppose au déplacement antérieur du tibia par rapport au fémur, et le postérieur limite le déplacement postérieur du tibia (fig. 6.78).

Mécanisme du verrouillage

En position verticale, le genou est verrouillé en extension dans une position telle que la quantité d'énergie musculaire nécessaire au maintien de la station verticale est réduite (fig. 6.79).

Un élément du verrouillage est le changement de la forme et de la taille des surfaces articulaires fémorales :

- en flexion, à la partie postérieure des condyles, les surfaces articulaires sont incurvées et arrondies ;
- en extension, les surfaces articulaires fémorales qui s'articulent avec le tibia sont plus larges et plates, assurant une grande stabilité au genou.

Au cours de l'extension, les surfaces articulaires ont un contact plus large assurant une plus grande stabilité articulaire.

Un autre élément du verrouillage est la rotation médiale du fémur sur le tibia au cours de l'extension. La rotation médiale associée à l'extension complète assure la mise en tension de tous les ligaments.

Un autre facteur qui assure le maintien de l'extension du genou en position verticale est la situation du centre de gravité du corps qui est situé sur une ligne verticale, passant en avant de l'articulation du genou.

Le muscle poplité déverrouille le genou en amorçant la rotation latérale du fémur sur le tibia.

Figure 6.76 Capsule articulaire du genou. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérieure.

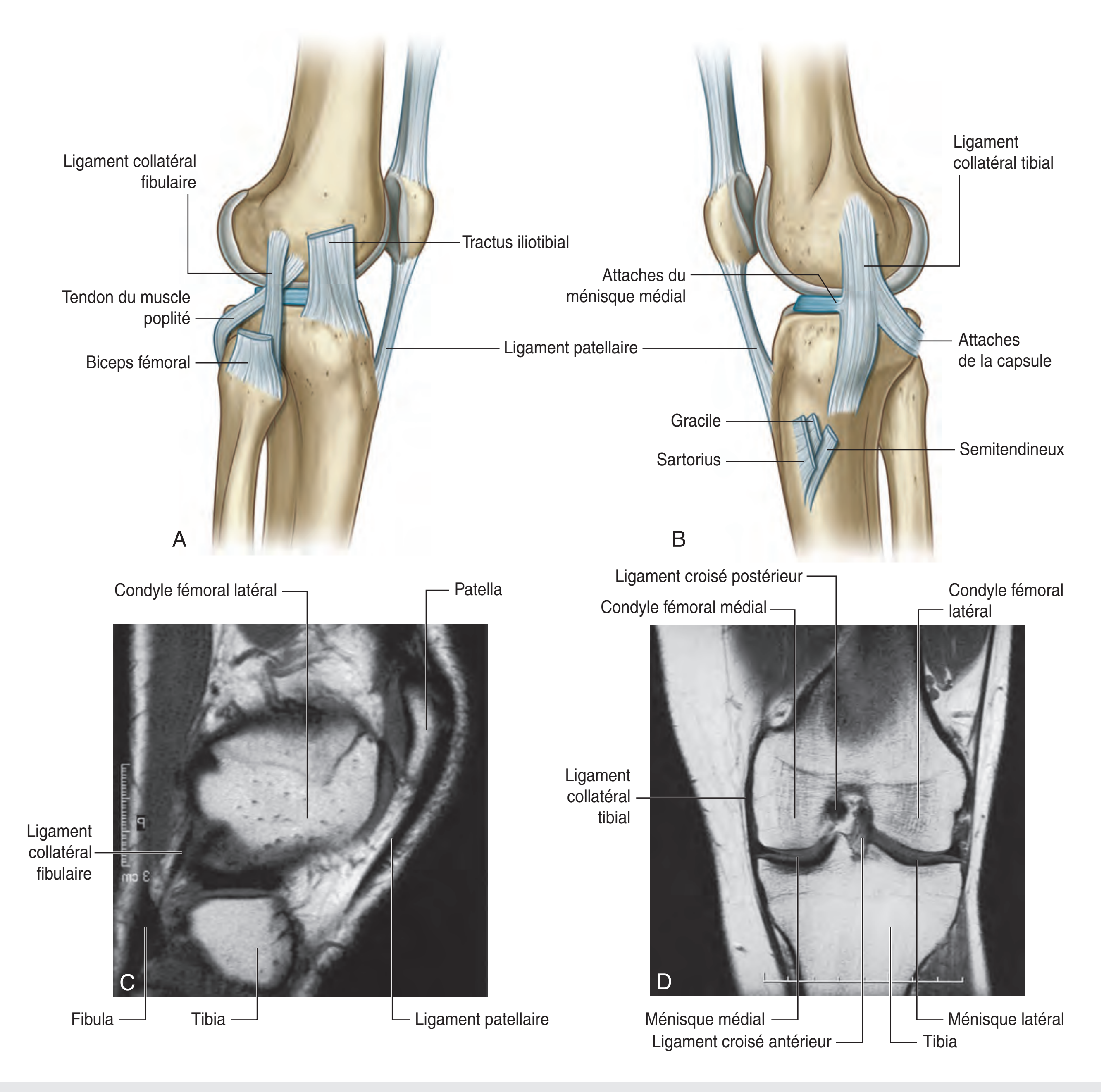


Figure 6.77 Ligaments collatéraux du genou. **A.** Vue latérale. **B.** Vue médiane. **C.** Genou normal montrant le ligament patellaire et le ligament collatéral fibulaire. Imagerie par résonance magnétique (IRM) (T1) dans le plan sagittal. **D.** Vue d'un genou normal montrant le ligament collatéral tibial, les ménisques médial et latéral ainsi que les ligaments croisés antérieur et postérieur. IRM (T1) dans le plan frontal.

Vascularisation et innervation

La vascularisation du genou est en majorité assurée par des branches géniculées venues des artères fémorale, poplitée, circonflexes latérales à la cuisse, circonflexe fibulaire, et des branches récurrentes de l'artère tibiale antérieure à la jambe. Tous ces vaisseaux forment un réseau anastomotique périarticulaire (fig. 6.80).

Le genou est innervé par des rameaux venus des nerfs obturateur, fémoral, tibial et du nerf fibulaire commun.

En clinique

Lésions des ligaments collatéraux

Les ligaments collatéraux assurent la stabilisation du genou, contrôlent les mouvements de latéralité, et protègent l'articulation des mouvements excessifs.

La lésion du ligament collatéral fibulaire survient lorsqu'une force excessive est appliquée sur la face médiale du genou (force en varus), et est moins fréquente que la lésion du ligament collatéral tibial qui est lésé en cas d'application d'une force excessive sur la face latérale du



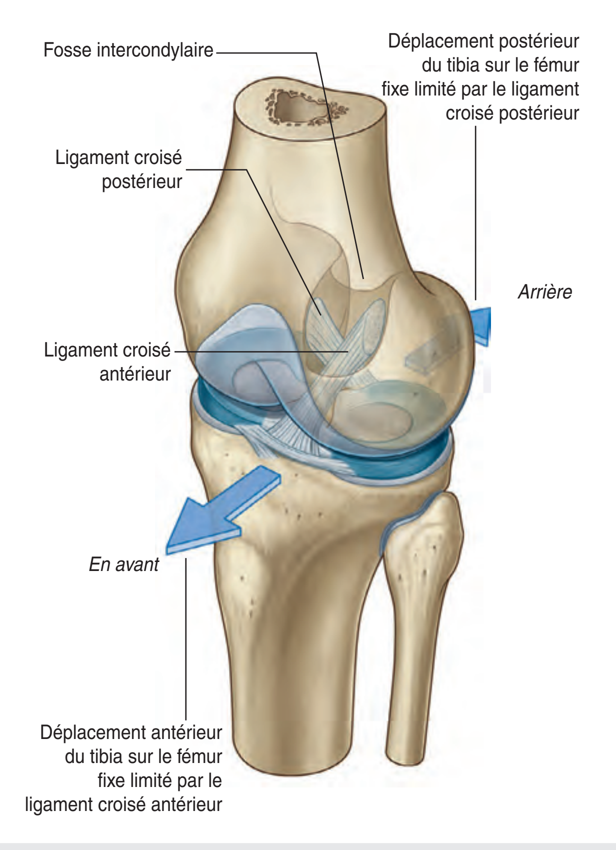


Figure 6.78 Ligaments croisés du genou. Vue supérolatérale.

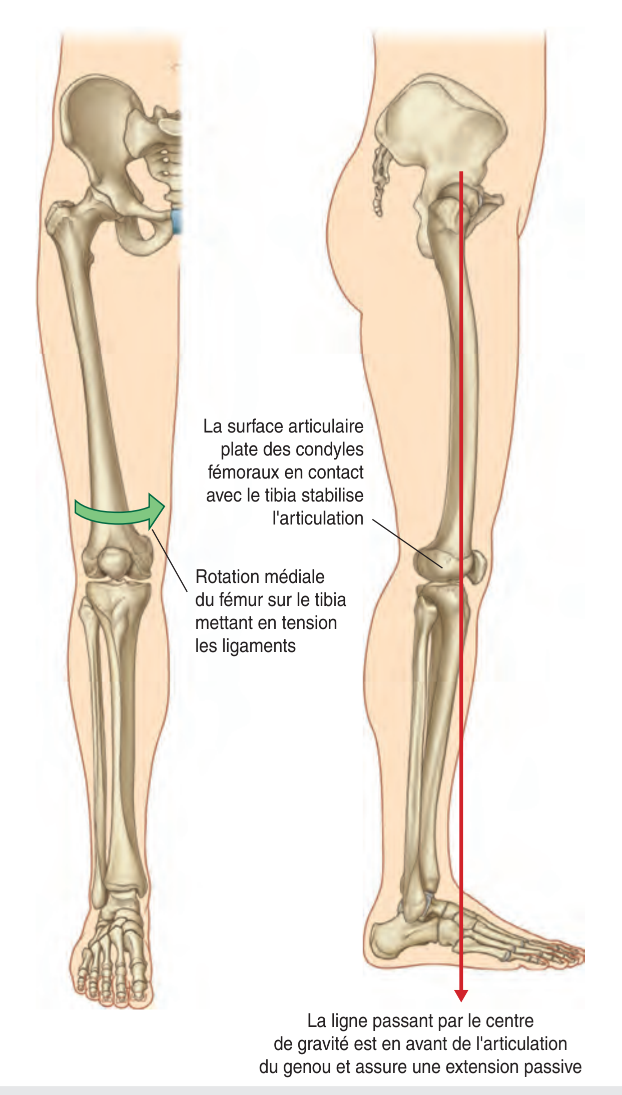


Figure 6.79 Mécanisme de « verrouillage » du genou.

genou (force en valgus). Les lésions du ligament collatéral tibial peuvent être une partie d'une lésion complexe nommée « triade malheureuse » qui associe des ruptures du ménisque médial et du ligament croisé antérieur.

Le spectre des lésions des ligaments collatéraux du genou s'étend des entorses mineures, où les ligaments sont légèrement étirés, jusqu'aux ruptures complètes, où toutes les fibres sont rompues et les ligaments ont perdu leur fonction.

En clinique

Lésions des ligaments croisés

Le ligament croisé antérieur (LCA) est plus souvent lésé lors d'activités sans contact au cours d'un brutal changement de direction du mouvement (pivot) (fig. 6.81). Les sports de contact peuvent aussi provoquer une lésion du LCA par torsion brutale, hyperextension et une force en valgus par choc direct. La lésion concerne habituellement la portion moyenne du ligament et provoque une rupture complète ou partielle des fibres, ou une orientation et un contour anormaux du ligament. Au cours d'une rupture aiguë du LCA, un craquement peut être entendu et le genou gonfle rapidement. Plusieurs manœuvres cliniques sont utilisées pour préciser la lésion, et le diagnostic est confirmé par l'IRM. Une rupture complète du LCA provoque une instabilité du genou. Le traitement dépend du niveau désiré d'activités du patient. Chez les patients très actifs, la reconstruction chirurgicale du ligament est justifiée. Ceux qui ont un faible niveau d'activité peuvent choisir l'attelle de genou et la kinésithérapie ; cependant, à long terme, les lésions internes du genou conduisent au développement d'une arthrose précoce.

Une rupture du ligament croisé postérieur (LCP) nécessite une force intense, et survient ainsi rarement de manière isolée. Le mécanisme est souvent une hyperextension du genou ou un impact direct sur la jambe en extension, comme lors d'un choc contre le tableau de bord d'un véhicule au cours d'un accident. Typiquement, la lésion provoque un déplacement postérieur du tibia lors de l'examen clinique (appelé tiroir postérieur). Les patients se plaignent de douleur du genou et d'épanchement, de faiblesse en charge et d'instabilité. Le diagnostic est confirmé par l'IRM. La prise en charge, comme pour les lésions du LCA, dépend du degré de la lésion (entorse, rupture partielle, rupture complète) et du niveau souhaité d'activités.

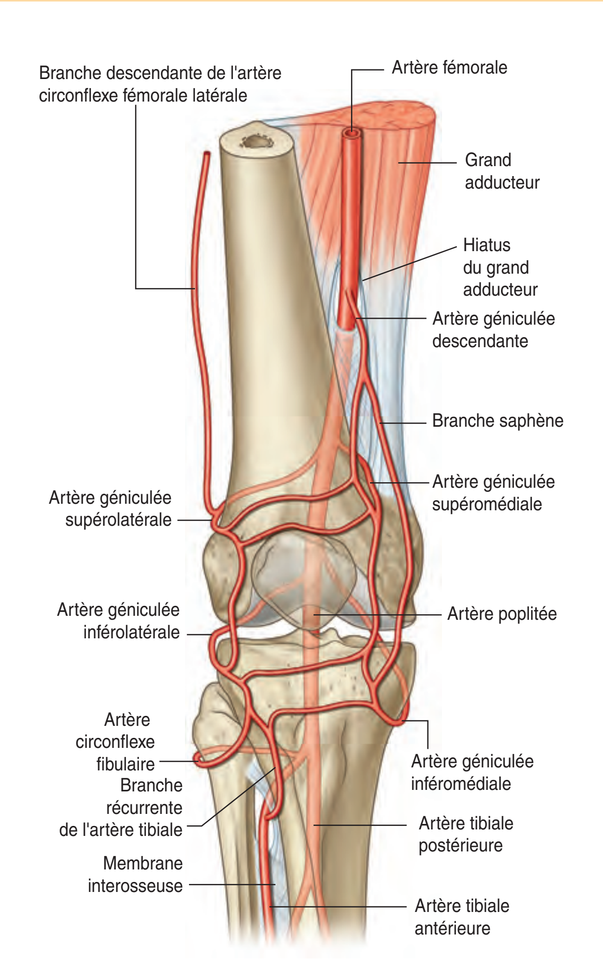


Figure 6.80 Anastomoses des artères autour du genou. Vue antérieure.



Figure 6.81 Coupe sagittale IRM du genou montrant une rupture du ligament croisé antérieur.

En clinique

Affection dégénérative articulaire/arthrose

Les lésions dégénératives des articulations frappent de nombreuses articulations du corps. Ces lésions peuvent résulter de contraintes anormales ou répétées sur un cartilage normal mais aussi de contraintes normales sur un cartilage anormal.

Les lésions dégénératives articulaires surviennent au niveau des articulations synoviales; l'affection est appelée arthrose. Dans les articulations frappées d'arthrose, le cartilage et l'os (os sous-chondral) sont habituellement concernés avec des modifications mineures au niveau de la membrane synoviale. Les symptômes de l'arthrose les plus fréquents sont le pincement articulaire lié à l'amincissement du cartilage, l'éburnation (ou sclérose de l'os), le développement d'ostéophytes (excroissances osseuses périphériques) et la formation de kystes osseux.

L'évolution est marquée par la survenue de douleurs, de raideurs et de déformations articulaires.

Les sièges les plus fréquents de l'arthrose sont les petites articulations de la main et du poignet et, au niveau du membre inférieur, la hanche et le genou. Les articulations tarsométatarsiennes et métatarsophalangiennes sont plus rarement touchées.

L'étiologie de l'arthrose n'est pas claire, mais il y a quelques pistes telles qu'une prédisposition génétique, l'âge (les hommes sont atteints plus jeunes que les femmes), les excès mais aussi l'absence d'activité physique, les anomalies métaboliques et nutritionnelles. D'autres facteurs fréquents à l'origine des arthroses sont les traumatismes articulaires et les déformations ou dysplasies de l'enfance.

Les données histologiques de l'arthrose mettent en évidence les lésions dégénératives du cartilage et de l'os sous-chondral. Des lésions articulaires avancées aggravent ces données. Avec la progression de la maladie, le signe typique est la douleur, habituellement plus sévère au lever et à la fin de la journée. En général, la douleur est aggravée par les mouvements extrêmes et les exercices inhabituels. Raideurs et limitation des mouvements s'installent et s'aggravent progressivement.

Le traitement à la phase initiale comprend le changement de mode de vie afin de réduire les douleurs et la prise d'analgésiques habituels non stéroïdiens. Si les troubles s'aggravent, un remplacement articulaire peut être nécessaire mais, bien que la chirurgie des prothèses articulaires soit considérée comme la panacée pour les lésions arthrosiques sévères, cette chirurgie n'est pas sans risques et complications. L'infection et l'échec de la chirurgie prothétique à plus ou moins long terme ne doivent pas être oubliés.



En clinique

Examen du genou

Il est important de bien préciser les symptômes subjectifs avant tout examen. L'anamnèse doit comporter une information précise à propos des troubles cliniques, concernant leur survenue et leur intensité. Le mode de vie doit être également évalué. L'anamnèse peut apporter des éléments significatifs sur le type de traumatisme ; par exemple, un choc violent sur la face médiale du genou suivi d'une déformation en valgus du genou évoque une rupture du ligament collatéral tibial.

L'examen doit être pratiqué tout d'abord debout puis en marchant et ensuite couché. Le membre examiné doit toujours être comparé avec le membre indemne.

Il y a de nombreux tests et techniques d'examen du genou dont les principaux sont décrits ci-après.

Tests pour l'instabilité antérieure

- **Test de Lachman :** le patient est couché sur la table d'examen. L'examinateur place une main autour de l'extrémité inférieure du fémur et l'autre autour de l'extrémité supérieure de la jambe. Le genou est soulevé à 20° de flexion, le talon restant au contact de la table. Le pouce de l'examinateur doit être sur la tubérosité tibiale. La main sur le tibia exerce une brusque traction en avant. Si le mouvement du tibia sur le fémur provoque un arrêt net, on peut éliminer la rupture du ligament croisé antérieur. Si le mouvement ne provoque pas un arrêt net mais mou, le test est en faveur d'une rupture du ligament croisé antérieur.
- **Test du tiroir antérieur :** un tiroir antérieur est dit positif quand l'extrémité supérieure du tibia peut être attirée en avant du fémur. Le patient est allongé sur la table, le genou fléchi à 90° et le pied reposant sur la table d'examen. L'examinateur s'assoit sur le pied du patient qui a été placé dans une position neutre. Les index sont utilisés pour s'assurer que les muscles ischiojambiers sont détendus ; les autres doigts encerclent l'extrémité supérieure du tibia et tirent le tibia en avant. Si le tibia se déplace vers l'avant, le ligament croisé antérieur est rompu. D'autres structures périphériques telles que le ménisque médial ou les ligaments méniscotibiaux doivent aussi être lésées pour obtenir ce signe.
- **Test du ressaut (*jerk test ou pivot shift test*) :** il y a plusieurs façons de réaliser ce test. Le pied du patient est bloqué entre le coude et le corps de l'examinateur, qui place une main à plat derrière le tibia en poussant vers l'avant le genou en extension. L'autre main est placée contre la cuisse du patient, poussant en sens opposé. Le membre inférieur est porté en abduction par le coude et le corps de l'examinateur agissant comme un pivot pour provoquer un valgus. L'examinateur maintient la translation antérieure et le valgus, et amorce une flexion du genou à 20 ou 30°. Le pivot shift surviendra sous forme d'un ressaut avec la réduction du plateau tibial latéral. Ce test met en évidence une lésion du point d'angle postérolatéral et du ligament croisé antérieur du genou et révèle l'instabilité rotatoire.

Tests pour l'instabilité postérieure

- **Test du tiroir postérieur :** un tiroir postérieur est positif quand l'extrémité supérieure de la jambe peut être poussée en arrière du fémur. Le patient est placé en décubitus dorsal et le genou est fléchi à environ 90° avec le pied en position neutre. L'examinateur s'assoit sur le pied, plaçant ses deux pouces sur la tubérosité tibiale et poussant le tibia vers l'arrière. Si le plateau tibial recule sous le fémur, le ligament croisé postérieur est rompu.

Évaluation des autres structures du genou

- **Évaluation du ligament collatéral tibial :** elle peut être faite en portant la jambe en valgus.
- **Évaluation des structures latérales et postérolatérales :** elle réclame un examen clinique plus complexe.

Le genou peut aussi être examiné en recherchant :

- une douleur au niveau de l'interligne articulaire ;
- une mobilité fémoropatellaire excessive traduisant une instabilité ;
- la présence d'un épanchement ;
- un traumatisme musculaire ;
- une tuméfaction anormale de la fosse poplitée.

Recherches plus avancées

Après l'examen clinique, d'autres recherches peuvent être demandées : des radiographies standard de routine, et une imagerie par résonance magnétique, qui permet au radiologue d'examiner les ménisques, les ligaments croisés, les ligaments collatéraux, les surfaces articulaires et cartilagineuses l'os sous-chondral et les parties molles.

L'**arthroscopie** peut être pratiquée pour identifier les lésions intra-articulaires et les réparer ou les exciser. Un arthroscope muni d'une petite caméra est un petit endoscope qui est placé dans la cavité articulaire par une voie d'abord antérolatérale ou antéromédiale. L'articulation est injectée de sérum salé et l'endoscope est manipulé dans la cavité articulaire du genou pour examiner les ligaments croisés, les ménisques et les surfaces cartilagineuses.

En clinique

Le ligament antérolatéral du genou
Un ligament associé à son origine au ligament collatéral fibulaire du genou a été décrit. Ce ligament (antérolatéral du genou) va du ligament latéral de l'épicondyle à la région antérolatérale de l'extrémité supérieure du tibia et peut contrôler la rotation interne du tibia (*J Anat* 2013 ; 223 : 321–328) (fig. 6.82).

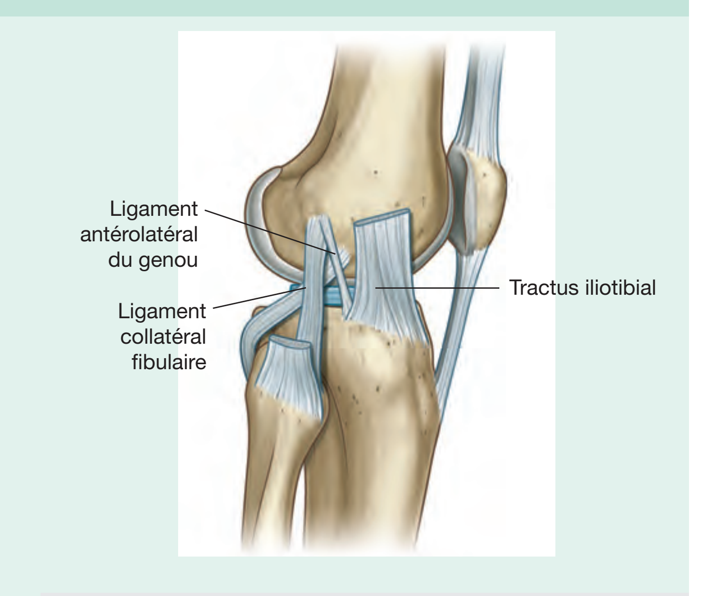


Figure 6.82 Le ligament antérolatéral du genou.

Articulation tibiofibulaire

La petite articulation tibiofibulaire proximale est de type synovial et permet de très petits mouvements (fig. 6.83). Les surfaces articulaires sur la face inférieure du condyle latéral du tibia et sur la face supéromédiale de la tête de la fibula sont plates et circulaires. La capsule est renforcée par des ligaments antérieur et postérieur.

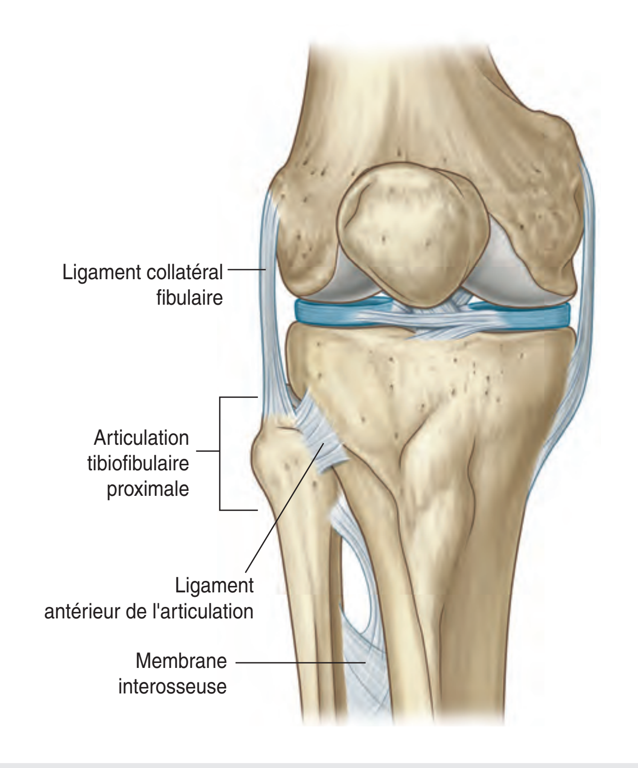


Figure 6.83 Articulation tibiofibulaire.

Figure 6.84 Fosse poplitée. **A.** Limites. **B.** Nerfs et vaisseaux. **C.** Structures superficielles.

Fosse poplitée

La **fosse poplitée** est une zone importante de transition entre la cuisse et la jambe, et est la voie principale pour les éléments anatomiques qui passent d'une région à l'autre.

La fosse poplitée, située à la face postérieure du genou, a une forme de losange et est délimitée par des muscles des compartiments postérieurs de la cuisse et de la jambe (fig. 6.84A) :

- les limites de la partie haute du losange sont formées médialement par les extrémités des muscles semitendineux et semimembraneux, et latéralement par l'extrémité du muscle long biceps fémoral ;
- les limites de la partie basse du losange sont médialement le chef médial du muscle gastrocnémien et latéralement par le muscle plantaire et le chef latéral du muscle gastrocnémien ;

- le plancher de la fosse est formé par la capsule du genou et les surfaces adjacentes du fémur et du tibia ainsi que par le muscle poplité ;
- le toit est formé par le fascia profond, qui est en continuité plus haut avec le fascia lata de la cuisse et au-dessous avec le fascia profond de la jambe.

Contenu

Les principaux éléments de la fosse poplitée sont l'artère poplitée, la veine poplitée, les nerfs tibial et fibulaire commun (fig. 6.84B).

Nerfs tibial et fibulaire commun

Les nerfs tibial et fibulaire commun naissent dans la partie haute de la fosse poplitée de la division du nerf ischiatique. Ils sont les éléments les plus superficiels des structures neurovasculaires et entrent dans la région directement au bord inférieur du biceps fémoral.

- Le nerf tibial descend verticalement à travers la fosse poplitée et s'engage sous le bord du muscle plantaire pour pénétrer dans le compartiment postérieur de la jambe.
- Le nerf fibulaire commun suit le tendon du biceps fémoral le long du bord latéral de la fosse poplitée et continue au bord latéral de la jambe où il tourne autour du col de la fibula et entre dans le compartiment latéral de la jambe.

Artère et veine poplitées

L'artère poplitée est la continuation de l'artère fémorale située dans le compartiment antérieur de la cuisse, et débute lorsque l'artère fémorale se porte en arrière et franchit le hiatus du grand adducteur.

L'artère poplitée apparaît dans la fosse poplitée à son extrémité supéromédiale sous le bord du muscle semimembraneux. Elle descend obliquement à travers la fosse avec le nerf tibial, et entre dans le compartiment postérieur de la jambe. Elle se termine légèrement en dehors de la ligne médiane en donnant ses deux branches terminales, les artères tibiales antérieure et postérieure.

L'artère poplitée est l'élément le plus profond des structures neurovasculaires de la fosse poplitée et est donc difficile à palper. Cependant, les pulsations peuvent être détectées par une palpation appuyée près de la ligne médiane.

Dans la fosse poplitée, l'artère poplitée donne naissance à des branches qui vascularisent les muscles voisins et à une série d'artères géniculées qui contribuent au réseau artériel périarticulaire du genou.

La veine poplitée est superficielle par rapport à l'artère qu'elle accompagne dans son trajet à travers la fosse poplitée. La veine quitte la fosse poplitée à sa partie supérieure en traversant le hiatus du grand adducteur.

Toit de la fosse poplitée

Le toit de la fosse poplitée est recouvert par le fascia superficiel et la peau (fig. 6.84C). La plus importante structure du fascia superficiel est la veine petite saphène. Cette veine monte verticalement dans le fascia superficiel à la face postérieure de la jambe où elle traverse le fascia profond qui forme le toit de la fosse poplitée et se jette dans la veine poplitée.

Une autre structure qui passe à travers le toit de la fosse est le nerf cutané postérieur de la cuisse, qui descend dans la cuisse en superficie par rapport aux ischiojambiers, passe à travers le toit de la fosse poplitée et continue ensuite, satellite de la veine petite saphène, pour innerver la peau de la partie haute et postérieure de la jambe.

En clinique

Anévrisme de l'artère poplitée

L'artère poplitée peut devenir anormalement dilatée, formant un anévrisme. L'artère est considérée anévrismale lorsque son diamètre dépasse 7 mm. Bien que les anévrismes de l'artère poplitée puissent être isolés, ils sont fréquemment associés à des anévrismes d'autres gros vaisseaux comme l'artère fémorale ou l'aorte abdominale ou thoracique. De plus, lorsqu'un anévrisme poplité a été décelé, tout l'arbre artériel doit être étudié à la recherche d'autres anévrismes.

Les anévrismes de l'artère poplitée tendent à se thromboser et sont moins exposés aux ruptures que les autres anévrismes. Ainsi, les complications sont surtout liées à l'embolisation distale du réseau artériel et à l'ischémie du membre inférieur, qui peut conduire dans les cas les plus graves à l'ischémie.

L'échodoppler est l'examen le plus utile pour diagnostiquer un anévrisme de l'artère poplitée, car il confirme ou élimine la présence d'un thrombus dans l'anévrisme, et aide à le distinguer d'autres masses de la fosse poplitée comme un kyste synovial (kyste de Baker). Les anévrismes de l'artère poplitée sont souvent opérés du fait du risque élevé de complications thrombo-emboliques.

JAMBE

La jambe est la partie du membre inférieur entre les articulations du genou et de la cheville (fig. 6.85) :

- à sa partie supérieure, les principales structures neurovasculaires passent de la cuisse à la jambe en traversant la fosse poplitée ;
- distalement, les structures passent de la jambe au pied à travers le canal tarsien à la face postéromédiale de l'articulation de la cheville, les exceptions étant l'artère tibiale antérieure et les extrémités des nerfs fibulaires superficiel et profond, qui croisent la face antérieure de la cheville pour rejoindre l'avant-pied.



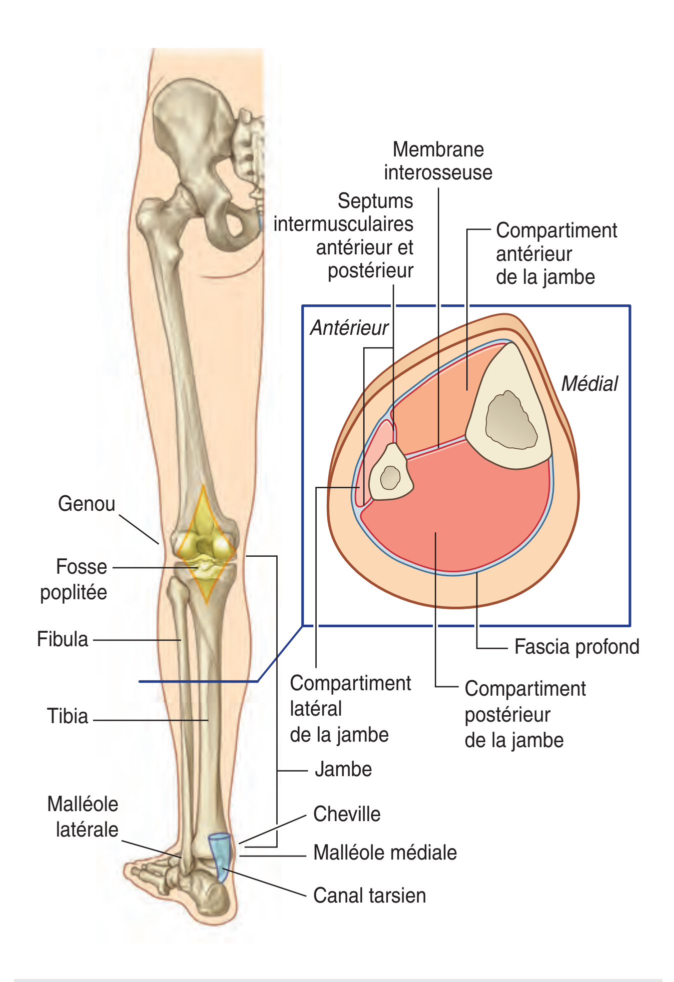


Figure 6.85 Vue postérieure de la jambe ; coupe à travers la jambe gauche.

Le squelette de la jambe comprend deux os parallèles : le tibia et la fibula.

La **fibula**, de taille beaucoup plus réduite que le tibia, est située à la face latérale de la jambe. Elle s'articule à sa partie supérieure avec la face inférieure du condyle latéral du tibia proximal, mais ne fait pas partie du genou. L'extrémité distale de la fibula est solidement amarrée au tibia par une articulation fibreuse. Elle forme la malléole latérale de l'articulation de la cheville.

Le **tibia**, os porteur de la jambe, est plus volumineux que la fibula. Par sa partie supérieure, le tibia participe à la constitution du genou et, par sa partie inférieure, forme la malléole médiale et la partie osseuse articulaire de la cheville.

La jambe est divisée en trois compartiments : antérieur (muscles extenseurs), postérieur (muscles fléchisseurs) et latéral (muscles fibulaires) par :

- une membrane interosseuse qui s'attache aux bords adjacents du tibia et de la fibula sur presque toute leur longueur ;
- deux septums intermusculaires situés entre la fibula et le fascia profond entourant la jambe ;
- une fixation directe du fascia profond au périoste des bords antérieur et médial du tibia (fig. 6.85).

Les muscles dans le compartiment antérieur de la jambe fléchissent dorsalement la cheville et portent le pied en inversion. Les muscles du compartiment postérieur assurent la flexion plantaire de la cheville et la flexion des orteils, et portent le pied en inversion. Les muscles du compartiment latéral fibulaire portent le pied en éversion. Les nerfs principaux et les vaisseaux innervent, vascularisent ou traversent chacun des compartiments.

Squelette

Diaphyse et extrémité distale du tibia

La diaphyse du tibia est triangulaire à la coupe et a trois bords – antérieur, interosseux et postérieur – et trois faces – médiale, latérale et postérieure (fig. 6.86) :

- les bords antérieur et médial ainsi que la totalité de la face antérieure sont sous-cutanés et faciles à palper ;
- le bord latéral, ou bord interosseux, du tibia est amarré par la membrane interosseuse sur toute sa longueur au bord interosseux de la fibula ;
- la surface postérieure est marquée par une crête oblique : la ligne du muscle soléaire.

La ligne du soléaire descend obliquement du bord latéral et se termine au niveau du tiers supérieur du bord médial. De plus, une ligne verticale descend à la face postérieure du tibia, partant du milieu de la ligne soléaire et disparaissant au tiers inférieur du tibia.

La diaphyse du tibia s'élargit à ses deux extrémités pour supporter le poids du corps au niveau du genou et de la cheville.

L'extrémité distale du tibia a la forme d'une boîte rectangulaire avec une protubérance osseuse à sa face médiale (la **malléole médiale** ; fig. 6.86). La partie supérieure de la boîte est en continuité avec la diaphyse du tibia, alors que la partie inférieure avec la malléole médiale et un des os du tarse (le talus) forment la plus grande partie de l'articulation de la cheville.

La partie postérieure de l'extrémité distale du tibia en forme de boîte est marquée par un sillon vertical qui se continue sur la partie postérieure de la malléole médiale. Le sillon est occupé par le tendon du tibial postérieur.

La surface latérale de l'extrémité distale du tibia est occupée par une dépression triangulaire profonde, l'**incisure fibulaire**, articulée à la tête renflée distale de la fibula, amarrée par la partie terminale épaissie de la membrane interosseuse.

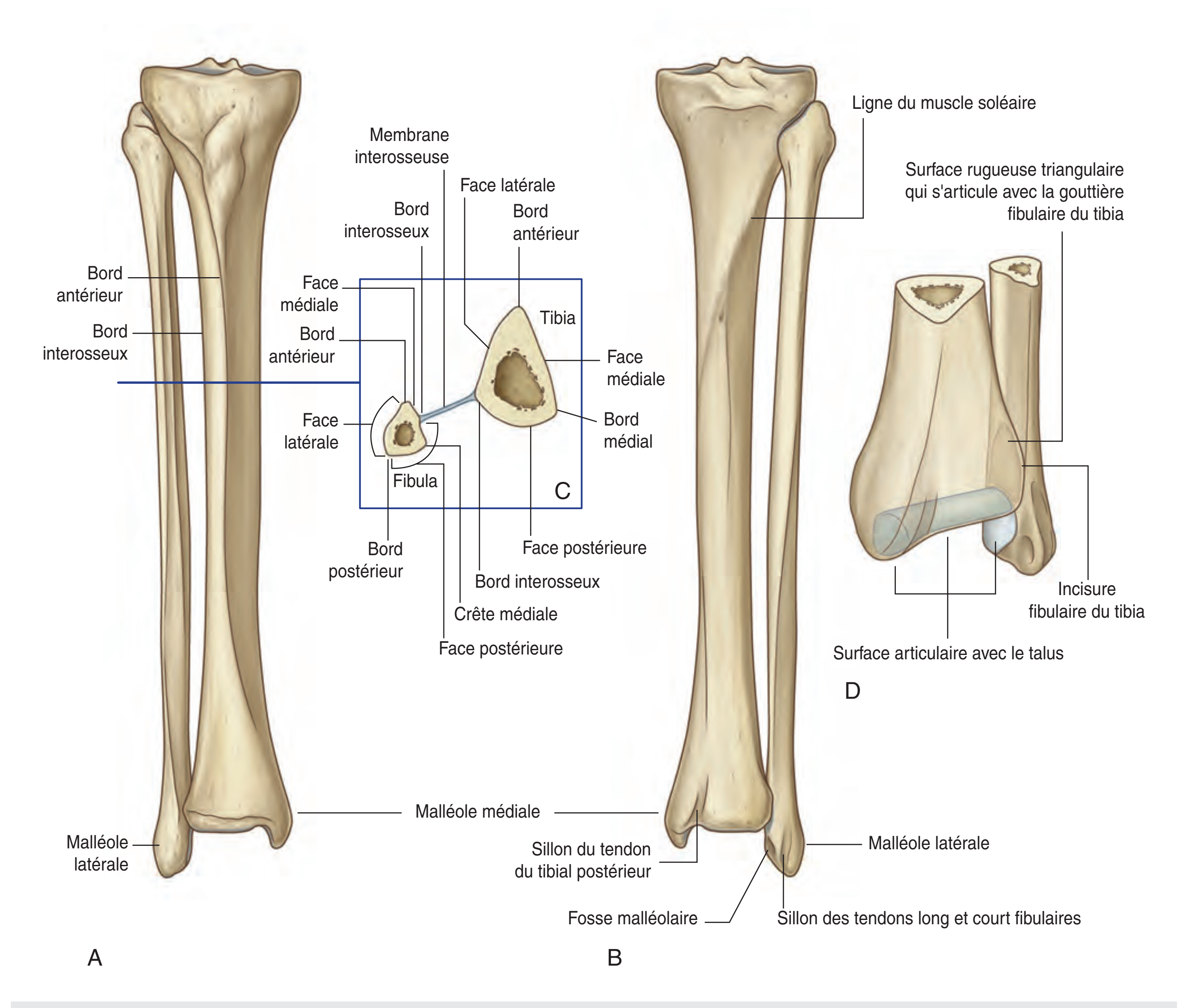


Figure 6.86 Tibia et fibula. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérieure. **C.** Coupe à travers les diaphyses. **D.** Vue postéromédiale des extrémités distales.

Diaphyse et extrémité distale de la fibula

La fibula n'est pas concernée par la transmission du poids du corps. La diaphyse de la fibula est plus étroite que celle du tibia. À l'exception de ses extrémités, la diaphyse est entourée de muscles.

Comme le tibia, la diaphyse de la fibula est triangulaire à la coupe, et à trois bords et trois faces pour les insertions des muscles, des septums intermusculaires et des ligaments (fig. 6.86). Le bord interosseux est amarré au bord latéral interosseux du tibia par la membrane interosseuse. Les septums intermusculaires s'attachent aux bords antérieur et postérieur. Les muscles s'insèrent sur les trois faces.

L'étroite **face médiale** appartient au compartiment antérieur, la **face latérale** appartient au compartiment fibulaire, et la **surface postérieure** appartient au compartiment postérieur de la jambe.

La face postérieure est marquée par une crête verticale longitudinale, la **crête médiale**, qui divise la surface postérieure en deux parties. Dans chacune de ces deux parties s'insèrent différents muscles fléchisseurs profonds.

L'extrémité distale de la fibula élargie en un renflement allongé en forme de lance forme la **malléole latérale** (fig. 6.86).

La face médiale de la malléole latérale possède une facette articulaire pour la surface articulaire correspondante du talus, formant ainsi la partie latérale de la cheville. Juste au-dessus de cette facette articulaire, on note une surface triangulaire qui correspond à l'incisure fibulaire de l'extrémité distale du tibia. À ce niveau, tibia et fibula sont articulés ensemble par l'extrémité distale de la membrane interosseuse. Postérieure et inférieure à la facette destinée à l'articulation avec le talus, on note une dépression, la **fosse malléolaire**, où s'insère le ligament talofibulaire postérieur de l'articulation de la cheville.

La face postérieure de la malléole latérale est marquée par un sillon peu profond pour les tendons des muscles long et court fibulaires.



Articulations

Membrane interosseuse de la jambe

La membrane interosseuse de la jambe est fibreuse et épaisse ; elle comble l'espace entre le tibia et la fibula (fig. 6.87). Les fibres conjonctives descendent obliquement du bord latéral du tibia au bord interosseux de la fibula, à l'exception de la partie haute de la membrane où une bande fibreuse monte du tibia à la fibula.

Il y a deux ouvertures dans la membrane interosseuse, l'une à son sommet, l'autre à sa partie inférieure, pour le passage des vaisseaux qui vont du compartiment antérieur au compartiment postérieur de la jambe.

La membrane interosseuse non seulement unit le tibia et la fibula ensemble, mais aussi fournit une surface d'insertion à de nombreux muscles.

Les extrémités distales de la fibula et du tibia sont solidarisées par la partie inférieure de la membrane interosseuse, qui comble l'espace étroit entre l'incisure fibulaire à la face latérale de l'extrémité distale du tibia et la face correspondante de l'extrémité distale de la fibula. Cette expansion de la membrane interosseuse est renforcée par les **ligaments tibiofibulaires antérieur** et **postérieur**. Le solide amarrage des extrémités distales du tibia et de la fibula est essentiel pour assurer la fonction de l'articulation du pied au niveau de la cheville.

Compartiment postérieur de la jambe

Muscles

Les muscles du compartiment postérieur de la jambe (fléchisseurs) sont séparés en deux groupes, superficiel et profond, par une expansion du fascia profond. Globalement, ces muscles assurent la flexion plantaire, l'inversion du pied et la flexion des orteils. Tous sont innervés par le nerf tibial.

Groupe superficiel

Les muscles du groupe superficiel du compartiment postérieur de la jambe sont au nombre de trois : gastrocnémien, plantaire et soléaire (tableau 6.6). Tous s'insèrent au niveau du talon sur le calcanéus et assurent la flexion plantaire du pied et de la cheville (fig. 6.88). Formant une unité fonctionnelle, ces muscles volumineux et puissants propulsent le corps en avant durant la marche, et peuvent élever le corps sur la pointe des pieds durant la station verticale. Deux de ces muscles, le muscle gastrocnémien et le muscle plantaire, s'insérant sur l'extrémité distale du fémur, peuvent aussi fléchir le genou.

Figure 6.87 Membrane interosseuse. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postéromédiale.

Muscle gastrocnémien

Le **muscle gastrocnémien**, le plus superficiel des muscles du compartiment postérieur de la jambe, est l'un des plus gros muscles de la jambe (fig. 6.88). Il est constitué par deux chefs, un latéral et l'autre médial.

- Le **chef médial** est attaché à une surface rugueuse à la face postérieure du fémur distal juste en arrière du tubercule de l'adducteur et au-dessus de la surface articulaire du condyle médial.
- Le **chef latéral** naît d'une facette distincte sur la partie la plus élevée du condyle fémoral latéral où se termine la ligne supracondylaire latérale.

Au genou, les bords des deux chefs qui se font face forment les limites latérale et médiale de la partie inférieure de la fosse poplitée.

À la partie haute de la jambe, les deux chefs du gastrocnémien fusionnent pour former un corps musculaire unique allongé, formant la partie renflée de la jambe communément appelée le **mollet**.

Dans la partie plus basse de la jambe, les fibres musculaires du gastrocnémien convergent avec celles plus profondes du muscle soléaire pour former le **tendon calcanéen**, qui s'attache au calcanéus au niveau du talon.

Le gastrocnémien assure la flexion plantaire du pied au niveau de la cheville et peut aussi fléchir la jambe au niveau du genou. Il est innervé par le nerf tibial.

Muscle plantaire

Le **muscle plantaire** a un petit corps musculaire prolongé par un long tendon mince qui descend à travers la jambe et rejoint le tendon calcanéen (fig. 6.88). Le muscle a son origine supérieure à la partie la plus inférieure de la crête supracondylaire latérale du fémur et sur le ligament poplité oblique de l'articulation du genou.

Le court corps musculaire en forme de fuseau descend en dedans, et en avant du chef latéral du gastrocnémien ; il forme un tendon mince qui passe entre le gastrocnémien et le soléaire. Le tendon fusionne parfois avec le tendon calcanéen près de son insertion sur le calcanéus.

Le muscle plantaire contribue à la flexion plantaire du pied au niveau de la cheville et à la flexion de la jambe au niveau du genou. Il est innervé par le nerf tibial.

Muscle soléaire

Le **soléaire** est un grand muscle plat situé sous le gastrocnémien (fig. 6.88). Il s'attache par son extrémité proximale au tibia et à la fibula, et a un ligament tendineux tendu entre les deux insertions tibiale et fibulaire (arcade tendineuse du muscle soléaire) :

- sur l'extrémité proximale de la fibula, le soléaire prend naissance à la partie postérieure de la tête, à la partie voisine du col et à la partie haute de la diaphyse ;
- sur le tibia, le soléaire s'insère sur la ligne du muscle soléaire et le bord osseux médial adjacent ;
- les vaisseaux poplités et le nerf tibial passent de la fosse poplitée au compartiment postérieur de la jambe en croisant en avant l'arcade tendineuse du muscle soléaire.

À sa partie inférieure, le muscle soléaire diminue de taille et rejoint le tendon calcanéen pour s'attacher au calcanéus.

Le muscle soléaire, avec le muscle gastrocnémien et le muscle plantaire, assure la flexion plantaire du pied au niveau de la cheville. Il est innervé par le nerf tibial.

Groupe profond

Il y a quatre muscles profonds dans le compartiment postérieur de la jambe (fig. 6.89) : le muscle poplité, le muscle long fléchisseur de l'hallux, le muscle long fléchisseur des orteils et le muscle tibial postérieur (tableau 6.7). Le muscle poplité agit sur le genou, les autres sur le pied.

Tableau 6.6 Groupe des muscles superficiels du compartiment postérieur de la jambe.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Gastrocnémien	Chef médial : face postérieure du fémur distal juste au-dessus du condyle fémoral médial ; chef latéral : partie supérieure de la face postérolatérale du condyle fémoral latéral	Par le tendon calcanéen sur la face postérieure du calcanéus	Nerf tibial (**S1, S2**)	Flexion plantaire du pied et flexion du genou
Plantaire	Partie inférieure de la ligne supracondylaire latérale du fémur et ligament poplité oblique du genou	Par le tendon calcanéen à la face postérieure du calcanéus	Nerf tibial (**S1, S2**)	Flexion plantaire du pied
Soléaire	Ligne soléaire du tibia et bord médial du tibia ; face postérieure de la tête de la fibula et région voisine du col et de la diaphyse ; arcade tendineuse entre les insertions fibulaire et tibiale	Par le tendon calcanéen à la face postérieure du calcanéus	Nerf tibial (**S1, S2**)	Flexion plantaire du pied

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.



Chef médial
du gastrocnémien
(sectionné)
Muscle plantaire
Chef latéral du gastrocnémien
(sectionné)
Vaisseaux poplités et nerf tibial
Soléaire
Ligament reliant les origines tibiale
et fibulaire du soléaire
Gastrocnémien
Médial
Latéral
Tendon calcanéen (d'Achille)
Tendon du muscle
plantaire
Calcanéus
A
Gastrocnémien
Soléaire
Tendon calcanéen
Calcanéus
B

Figure 6.88 Groupe superficiel des muscles du compartiment postérieur de la jambe. **A.** Vue postérieure. **B.** Vue latérale.

En clinique

Rupture du tendon calcanéen (d'Achille)
La rupture du tendon calcanéen est souvent liée à un traumatisme direct violent. Ce type de traumatisme survient fréquemment au niveau d'un tendon normal et sain. Cependant, certaines conditions favorisent une rupture du tendon. Parmi celles-ci, la tendinopathie (due à la surcharge fonctionnelle ou à l'âge) et de précédentes interventions sur le tendon telles que les injections médicamenteuses et l'utilisation de certains antibiotiques (groupe des quinolones). Le diagnostic est habituellement facile, la palpation révélant la rupture du tendon.

Muscle poplité

Le **muscle poplité** est le plus petit et le plus haut des muscles de ce groupe. Il déverrouille le genou en extension au début de la flexion et stabilise le genou en s'opposant à la rotation latérale (externe) du tibia sous le fémur. Il est plat et triangulaire ; il forme une partie du plancher de la fosse poplitée (fig. 6.89). Le muscle poplité s'insère sur la surface triangulaire au-dessus de la ligne du soléaire à la face postérieure du tibia.

Le muscle poplité monte latéralement, croisant la partie la plus basse du genou, et forme un tendon qui pénètre dans la capsule fibreuse du genou. Le tendon continue à monter autour de l'articulation, passant entre le ménisque latéral et la capsule, et rejoint un sillon situé dans la partie inférolatérale du condyle fémoral latéral. Il s'insère dans une dépression située à l'extrémité antérieure du sillon. En position debout, la contraction du poplité provoque la rotation externe du fémur sur le tibia fixé et déverrouille le genou. Le muscle poplité est innervé par le nerf tibial.

Muscle long fléchisseur de l'hallux

Le **muscle long fléchisseur de l'hallux** vient du côté latéral du compartiment postérieur de la jambe et s'insère à la face plantaire de l'hallux sur le côté médial du pied (fig. 6.89). Il naît principalement des deux tiers inférieurs de la face postérieure de la fibula et de la partie adjacente de la membrane interosseuse.

Les fibres musculaires du long fléchisseur de l'hallux convergent vers le bas pour former un tendon semblable à un cordon qui passe derrière l'extrémité distale du tibia et glisse dans un sillon distinct à la face postérieure de l'os du tarse voisin (le talus) du pied. Le tendon décrit une courbe en avant d'abord sous le talus puis sous une saillie du calcanéus (le sustentaculum tali). Il continue sa course à la plante du pied pour se fixer à la face inférieure de la base de la phalange distale de l'hallux.

Le long fléchisseur de l'hallux fléchit l'hallux. Il est particulièrement actif durant la marche ou la course en permettant l'élévation sur la pointe du pied. Quand le corps est propulsé en avant, l'hallux est le dernier élément du pied à quitter le sol. Il peut aussi contribuer à la flexion plantaire du pied au niveau de la cheville. Il est innervé par le nerf tibial.

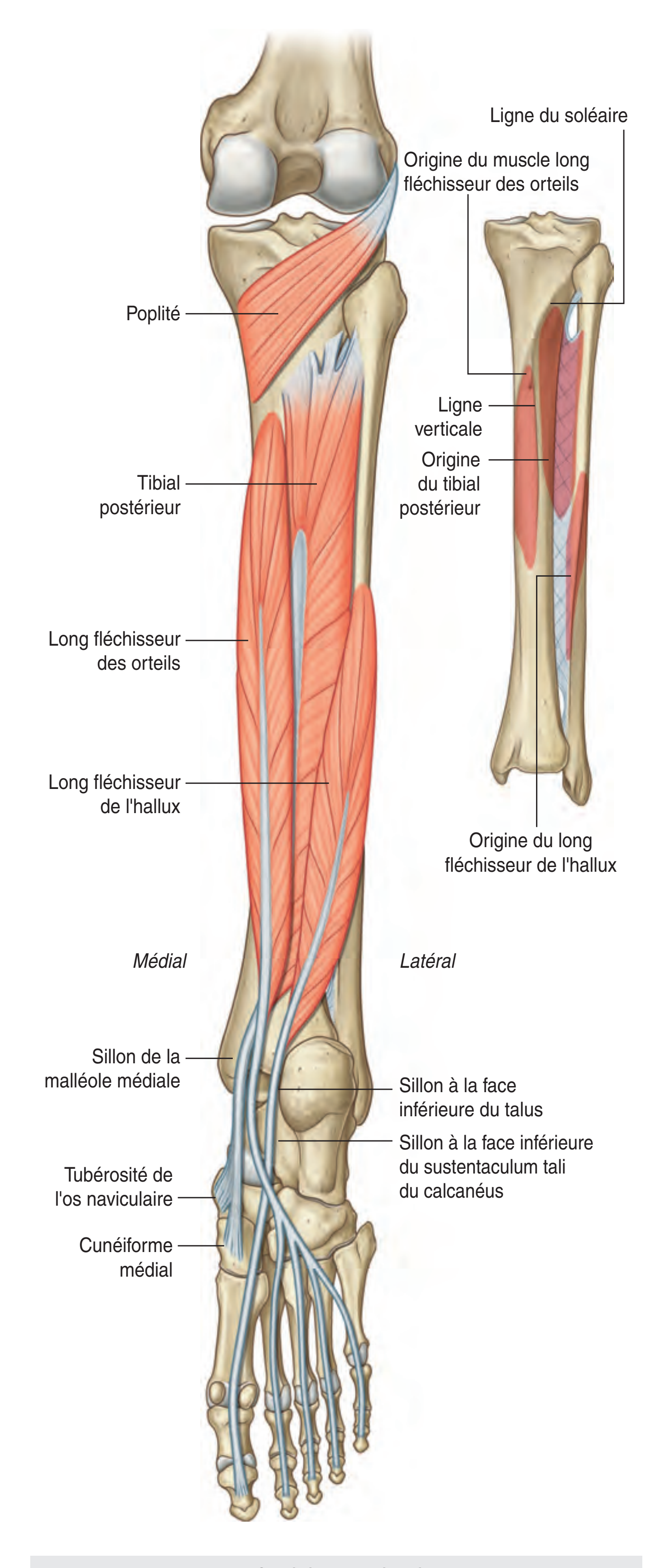


Figure 6.89 Groupe profond des muscles du compartiment postérieur de la jambe.



Muscle long fléchisseur des orteils

Le **muscle long fléchisseur des orteils** naît du côté médial du compartiment postérieur de la jambe et s'insère sur les quatre orteils latéraux (fig. 6.89). Il vient principalement du côté médial de la face postérieure du tibia au-dessous de la ligne du soléaire.

Le long fléchisseur des orteils descend dans la jambe et forme un tendon qui croise en arrière le tendon du muscle tibial postérieur près de la cheville. Le tendon continue et passe dans un sillon peu profond du pied, derrière la malléole médiale, et se dirige vers la plante du pied. Il croise par dessous le tendon du fléchisseur de l'hallux pour atteindre le bord médial du pied et se diviser en quatre tendons qui s'insèrent sur la surface plantaire des bases des phalanges distales des 2e à 5e orteils.

Le muscle long fléchisseur des orteils fléchit les quatre orteils latéraux. Pendant la marche, les orteils fléchis prennent appui sur le sol et projettent le corps en avant. Il est innervé par le nerf tibial.

Muscle tibial postérieur

Le **muscle tibial postérieur** s'insère sur la membrane interosseuse et les surfaces osseuses avoisinantes du tibia et de la fibula (fig. 6.89). Il siège entre les muscles long fléchisseur de l'hallux et long fléchisseur des orteils.

Près de la cheville, le tendon du tibial postérieur est croisé superficiellement par le tendon long fléchisseur des orteils et est situé médialement dans le sillon du bord postérieur de la malléole médiale. Le tendon s'oriente en avant sous la malléole médiale et entre dans le bord médial du pied. Il tourne autour du bord médial du pied. Il s'insère aux faces plantaires de l'os médial du tarse, principalement à la tubérosité de l'os naviculaire et à la région voisine du cunéiforme médial.

Le muscle tibial postérieur porte le pied en inversion et assure la flexion plantaire. Il maintient l'arche médiale du pied durant la marche. Il est innervé par le nerf tibial.

En clinique

Examen neurologique des membres inférieurs

Parmi les affections fréquentes qui frappent les membres inférieurs, il faut citer les neuropathies, notamment dans le cadre du diabète, les lésions des racines spinales lombales liées à la pathologie des disques intervertébraux, les paralysies du nerf fibulaire commun et les paraparésies spastiques.

- **Inspection des atrophies musculaires :** la réduction du volume musculaire est un indice des troubles de l'innervation.
- **Test de motricité des groupes musculaires :** flexion de la hanche (L1, L2 ; iliopsoas ; élévation de la jambe étendue) ; flexion du genou (L5 à S2 ; muscles ischiojambiers ; le patient essaie de fléchir le genou pendant que l'examinateur le maintient en extension) ; extension du genou (L3, L4 ; quadriceps fémoral ; le patient essaie de garder la jambe allongée pendant que l'examinateur maintient le genou fléchi) ; flexion plantaire de la cheville (S1, S2 ; le patient essaie d'allonger le pied pendant que l'examinateur maintient le pied en flexion dorsale) ; flexion dorsale (extension) (L4, L5 ; le patient tente de relever le pied pendant que l'examinateur agit sur le dos du pied pour maintenir une flexion plantaire).
- **Réflexes patellaire et achilléen :** une percussion avec un marteau à réflexe sur le ligament patellaire teste les réflexes au niveau des racines L3–L4 ; une percussion sur le tendon calcanéen teste les réflexes au niveau de S1–S2.
- **Examen de la sensibilité cutanée permettant de localiser les troubles au niveau médullaire :** test du toucher, de la piqûre, de la vibration. Ces examens permettent de localiser le niveau du dermatome intéressé au membre inférieur et de préciser le niveau lésionnel médullaire.

Tableau 6.7 Groupe profond des muscles du compartiment postérieur de la jambe.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Poplité	Condyle fémoral latéral	Face postérieure du tibia proximal	Nerf tibial (L4 à S1)	Stabilise le genou (en s'opposant à la rotation externe du tibia sous le fémur) Déverrouille le genou (en provoquant une rotation externe du fémur sur le tibia fixe)
Long fléchisseur de l'hallux	Face postérieure de la fibula et membrane interosseuse adjacente	Face plantaire de la phalange distale de l'hallux	Nerf tibial (**S2**, S3)	Fléchit l'hallux
Long fléchisseur des orteils	Côté médial de la face postérieure du tibia	Face plantaire des bases des phalanges distales des quatre orteils latéraux	Nerf tibial (**S2**, S3)	Fléchit les quatre orteils latéraux
Tibial postérieur	Face postérieure de la membrane interosseuse et région voisine du tibia et de la fibula	Principalement à la tubérosité de l'os naviculaire et à la région voisine du premier cunéiforme	Nerf tibial (L4, L5)	Inversion et flexion plantaire ; maintient l'arche médiale pendant la marche

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Artères

Artère poplitée

L'**artère poplitée** est la principale artère de la jambe et du pied. Elle entre dans le compartiment postérieur de la jambe venant de la fosse poplitée derrière le genou (fig. 6.90).

L'artère poplitée passe dans le compartiment postérieur de la jambe entre les muscles gastrocnémien et poplité. Puis l'artère passe sous l'arcade tendineuse du muscle soléaire tendue entre les insertions tibiale et fibulaire de ce dernier pour entrer dans la région profonde du compartiment postérieur de la jambe. Après avoir franchi l'arcade du soléaire, elle se divise en une artère tibiale antérieure et une artère tibiale postérieure.

Ces artères jambières importantes assurent la vascularisation des muscles gastrocnémien, soléaire et poplité (fig. 6.90). De plus, l'artère poplitée donne des branches qui participent au réseau périarticulaire du genou (voir fig. 6.80).

Artère tibiale antérieure

L'**artère tibiale antérieure** se porte en avant et traverse l'ouverture située à la partie haute de la membrane interosseuse pour aller vasculariser le compartiment antérieur de la jambe. Elle se prolonge plus bas sur le dos du pied.

Artère tibiale postérieure

L'**artère tibiale postérieure** vascularise les compartiments postérieur et latéral de la jambe et se prolonge jusqu'à la plante du pied (fig. 6.90).

L'artère tibiale postérieure descend à travers la région profonde du compartiment postérieur de la jambe sur les faces superficielles des muscles tibial postérieur et long fléchisseur des orteils. Elle passe à travers le canal tarsien derrière la malléole médiale puis pénètre dans la plante du pied.

À la jambe, l'artère tibiale postérieure vascularise les muscles voisins et l'os. Elle donne naissance à deux branches majeures, l'artère circonflexe fibulaire et l'artère fibulaire :

- l'**artère circonflexe fibulaire** passe latéralement à travers le muscle soléaire et autour du col de la fibula pour se connecter avec le réseau artériel périarticulaire du genou (fig. 6.90, voir aussi fig. 6.80) ;
- l'**artère fibulaire** a un trajet parallèle à l'artère tibiale postérieure, mais descend le long du bord latéral du compartiment postérieur adjacent à la crête médiale de la face postérieure de la fibula qui sépare les insertions des muscles tibial postérieur et long fléchisseur de l'hallux.

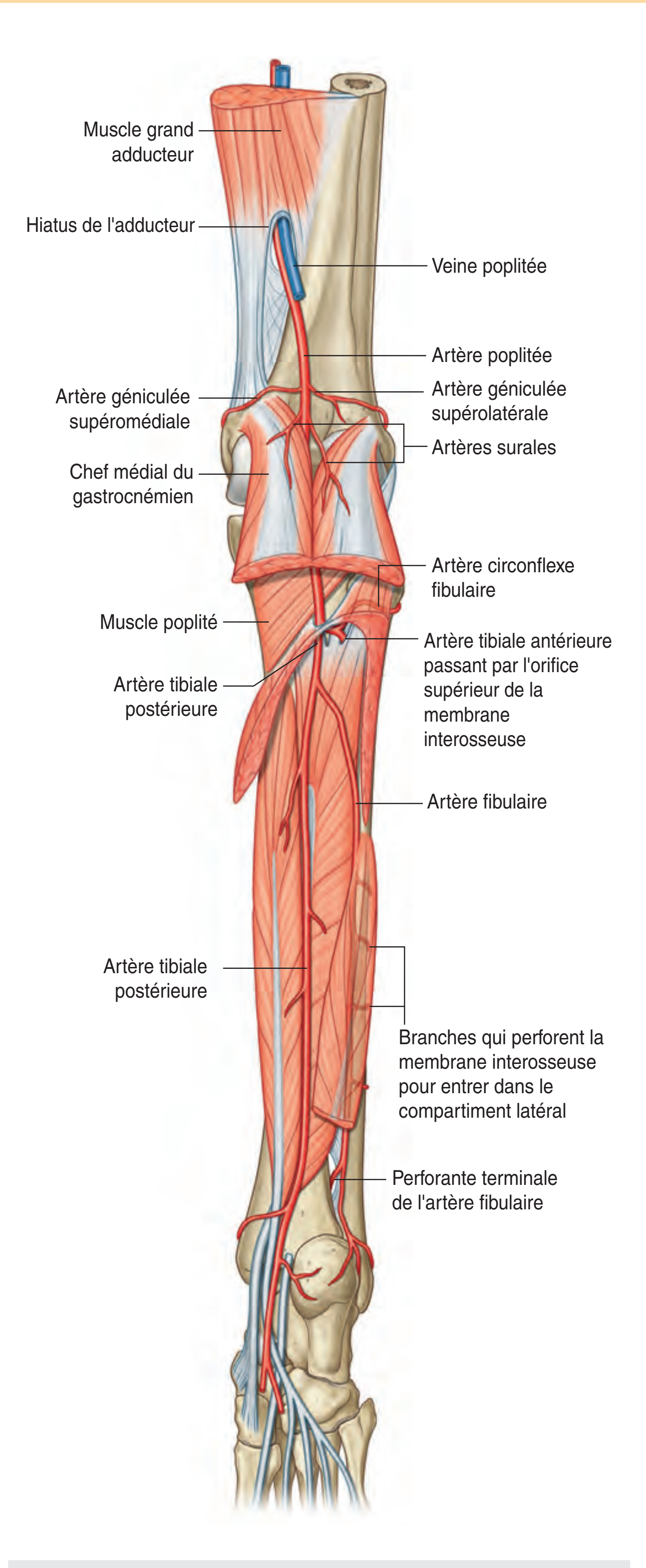


Figure 6.90 Artères du compartiment postérieur de la jambe.



L'artère fibulaire vascularise les muscles adjacents et l'os du compartiment postérieur de la jambe ; elle a aussi des branches qui se dirigent latéralement à travers le septum intermusculaire pour irriguer les muscles fibulaires du compartiment latéral de la jambe.

Une **artère perforante** qui naît de l'artère fibulaire distalement à la jambe passe en avant au travers de l'ouverture inférieure de la membrane interosseuse pour s'anastomoser avec une branche de l'artère tibiale antérieure.

L'artère fibulaire passe derrière la jonction des extrémités du tibia et de la fibula, et se termine à la face latérale du calcanéus dans un réseau artériel anastomotique.

Veines

Les veines profondes du compartiment postérieur sont généralement satellites des artères.

Nerfs

Nerf tibial

Le nerf du compartiment postérieur de la jambe est le nerf tibial, rameau majeur du nerf ischiatique (fig. 6.91). Il descend dans le compartiment postérieur venant de la fosse poplitée.

Le nerf tibial passe sous l'arcade tendineuse formée par les chefs tibial et fibulaire du muscle soléaire, puis verticalement dans la région profonde du compartiment postérieur de la jambe sur la surface du muscle tibial postérieur avec les vaisseaux tibiaux postérieurs.

Le nerf tibial postérieur quitte le compartiment postérieur de la jambe à la cheville en traversant le canal tarsien derrière la malléole médiale. Il pénètre dans le pied pour innerver la plupart des muscles intrinsèques et la peau.

À la jambe, le nerf tibial donne :

- des rameaux qui innervent tous les muscles du compartiment postérieur de la jambe ;
- deux nerfs cutanés : le **nerf cutané sural médial** et le **nerf calcanéen médial**.

Les rameaux du nerf tibial qui innervent le groupe superficiel des muscles du compartiment postérieur et le muscle poplité du groupe profond naissent haut à la jambe entre les deux chefs du muscle gastrocnémien, près de la région distale de la fosse poplitée (fig. 6.92). Les rameaux innervent les muscles gastrocnémien, plantaire et soléaire et, plus profondément, le muscle poplité.

Les rameaux destinés aux muscles profonds du compartiment postérieur naissent du nerf tibial à la face antérieure du soléaire à la moitié supérieure de la jambe, et innervent les

Figure 6.91 Nerf tibial. **A.** Vue postérieure. **B.** Nerf sural.

muscles tibial postérieur, long fléchisseur de l'hallux et long fléchisseur des orteils.

Nerf cutané sural médial

Le nerf cutané sural médial naît haut entre les deux chefs du muscle gastrocnémien (fig. 6.91) et traverse le fascia profond au milieu de la jambe. Il chemine superficiellement sur le corps du muscle gastrocnémien, puis traverse le fascia profond où il est rejoint par un rameau communicant venu du nerf fibulaire commun. Il contourne la malléole latérale et rejoint le pied.

Le nerf sural innerve la peau de la partie la plus basse de la face postérolatérale de la jambe, et le bord latéral du pied et du petit orteil en devenant le nerf cutané dorsal latéral du pied, après avoir contourné la pointe de la malléole latérale.

Nerf calcanéen médial

Le nerf calcanéen médial est souvent multiple. Il naît bas du nerf tibial près de la cheville et descend sur le bord médial du talon.

Le nerf calcanéen médial innerve les téguments de la face médiale et de la face plantaire du talon (fig. 6.91).

Compartiment latéral de la jambe

Muscles

Le compartiment latéral de la jambe comprend deux muscles : le muscle long fibulaire et le muscle court fibulaire (fig. 6.92 et tableau 6.8). Les deux éversent le pied (tournent la plante du pied en dehors) et sont innervés par le nerf fibulaire superficiel, rameau du nerf fibulaire commun.

Muscle long fibulaire

Le **muscle long fibulaire** siège dans le compartiment latéral de la jambe. Son tendon va croiser la face inférieure du pied pour s'insérer sur son bord médial (fig. 6.92). Il naît à la fois de la partie haute de la face latérale de la fibula, de la face antérieure de la tête de la fibula et de la région voisine du condyle tibial latéral.

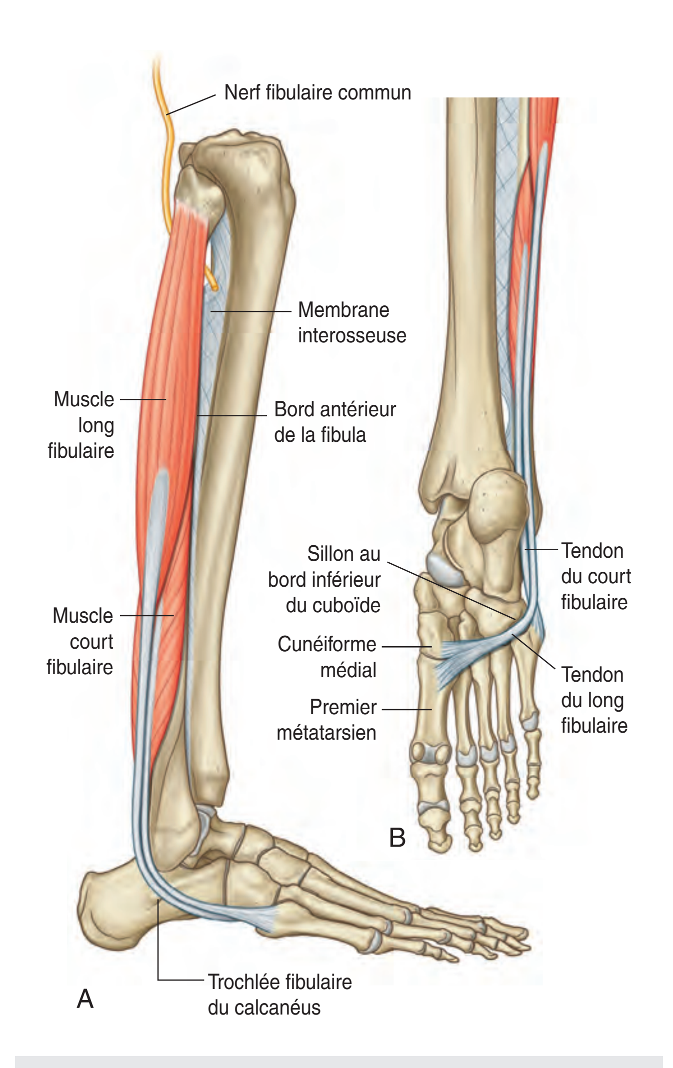


Figure 6.92 Muscles du compartiment latéral de la jambe. **A.** Vue latérale. **B.** Vue inférieure du pied droit avec le pied en flexion plantaire.

Tableau 6.8 Muscles du compartiment latéral de la jambe.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Long fibulaire	Face latérale supérieure de la fibula, tête de la fibula et parfois condyle latéral tibial	Face inférieure des bords latéraux de l'extrémité distale du cunéiforme médial et base du 1er métatarsien	Nerf fibulaire superficiel (**L5, S1**, S2)	Éversion du pied et flexion plantaire, maintient les arches du pied
Court fibulaire	Deux tiers inférieurs de la face latérale de la diaphyse de la fibula	Tubercule latéral de la base du 5e métatarsien	Nerf fibulaire superficiel (**L5, S1**, S2)	Éversion du pied

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.



Le nerf fibulaire commun se porte en avant autour du col de la fibula entre les insertions du muscle long fibulaire sur la tête de la fibula et sur la diaphyse.

Plus bas, le long fibulaire descend pour former un tendon qui, successivement :

- passe en arrière de la malléole latérale dans un sillon peu profond ;
- se dirige en avant et entre dans le bord latéral du pied ;
- descend obliquement sur le bord latéral du pied où il s'incurve sous un tubercule (trochlée fibulaire) au niveau du calcanéus ;
- rejoint un sillon profond situé à la face inférieure du cuboïde ;
- croise obliquement la plante du pied pour aller se fixer sur les faces inférieures des os du bord médial du pied (bord latéral de la base du 1er métatarsien et extrémité distale du 2e cunéiforme).

Le long fibulaire éverse le pied et assure la flexion plantaire. Les muscles long fibulaire, tibial antérieur et tibial postérieur, qui tous s'insèrent à la face inférieure du squelette au bord médial du pied, agissent ensemble comme des suspenseurs des arches du pied. Le long fibulaire agit principalement sur les arches latérale et transverse du pied.

Le long fibulaire est innervé par le nerf fibulaire superficiel.

Muscle court fibulaire

Le **muscle court fibulaire** est situé sous le long fibulaire à la jambe. Il s'insère aux deux tiers inférieurs de la face latérale de la fibula (fig. 6.92).

Le tendon du court fibulaire passe derrière la malléole latérale avec le tendon du muscle long fibulaire, puis se dirige en avant à la face latérale du calcanéus et va se terminer sur une tubérosité de la face latérale de la base du 5e métatarsien (métatarsien correspondant au petit orteil).

Le court fibulaire participe à l'éversion du pied. Il est innervé par le nerf fibulaire superficiel.

Artères

Aucune artère importante ne traverse verticalement le compartiment latéral de la jambe. Ce dernier est vascularisé par des branches venues principalement de l'artère fibulaire du compartiment postérieur de la jambe pénétrant dans le compartiment latéral (fig. 6.93).

Veines

Les veines profondes sont en général satellites des artères.

Nerfs

Nerf fibulaire superficiel

Le nerf du compartiment latéral est le **nerf fibulaire superficiel**. Ce nerf est un des deux rameaux terminaux du nerf fibulaire commun qui pénètre dans le compartiment latéral venant de la fosse poplitée (fig. 6.93B).

Le nerf fibulaire commun, rameau terminal du nerf ischiatique, naît dans le compartiment postérieur de la cuisse ou dans la fosse poplitée (fig. 6.93A). Il suit le bord médial du tendon du biceps fémoral puis passe au-dessus du chef latéral du gastrocnémien et se dirige vers le col de la fibula. À ce niveau, le nerf donne naissance à deux nerfs cutanés qui descendent dans la jambe :

- le **rameau communicant sural** rejoint la branche surale du nerf tibial et contribue à l'innervation des téguments de la partie inférieure de la face postérolatérale de la jambe ;
- le **nerf cutané sural latéral** innerve la peau de la partie supérieure et latérale de la jambe.

Le nerf fibulaire commun continue son chemin autour du col de la fibula et entre dans le compartiment latéral en passant entre les insertions du muscle long fibulaire à la tête et à la diaphyse de la fibula. À ce niveau, le nerf fibulaire commun se divise en ses deux rameaux terminaux :

- le nerf fibulaire superficiel ;
- le nerf fibulaire profond.

Le nerf fibulaire superficiel descend dans le compartiment latéral et innerve les muscles long et court fibulaires (fig. 6.92B). Il traverse ensuite le fascia profond à la partie basse de la jambe et entre dans le pied où il se divise en deux rameaux latéral et médial qui assurent l'innervation dorsale du pied et des orteils, à l'exception de :

- l'espace entre l'hallux et le 2e orteil qui est innervé par le nerf fibulaire profond ;
- le côté latéral du petit orteil qui est innervé par le nerf sural du nerf tibial, formé à partir du nerf tibial par le nerf cutané sural médial, et du nerf fibulaire par le nerf cutané sural latéral et le rameau communicant.

Le nerf fibulaire profond passe antéromédialement à travers le septum intermusculaire dans le compartiment antérieur de la jambe qu'il innerve.

Compartiment antérieur de la jambe

Muscles

Quatre muscles sont situés dans le compartiment antérieur de la jambe : le muscle tibial antérieur, le muscle long extenseur de l'hallux, le muscle long extenseur des orteils et le troisième fibulaire (fig. 6.94 et tableau 6.9). Ces muscles assurent ensemble la flexion dorsale (extension) du pied et l'extension des orteils. Tous sont innervés par le nerf fibulaire profond, rameau du nerf fibulaire commun.

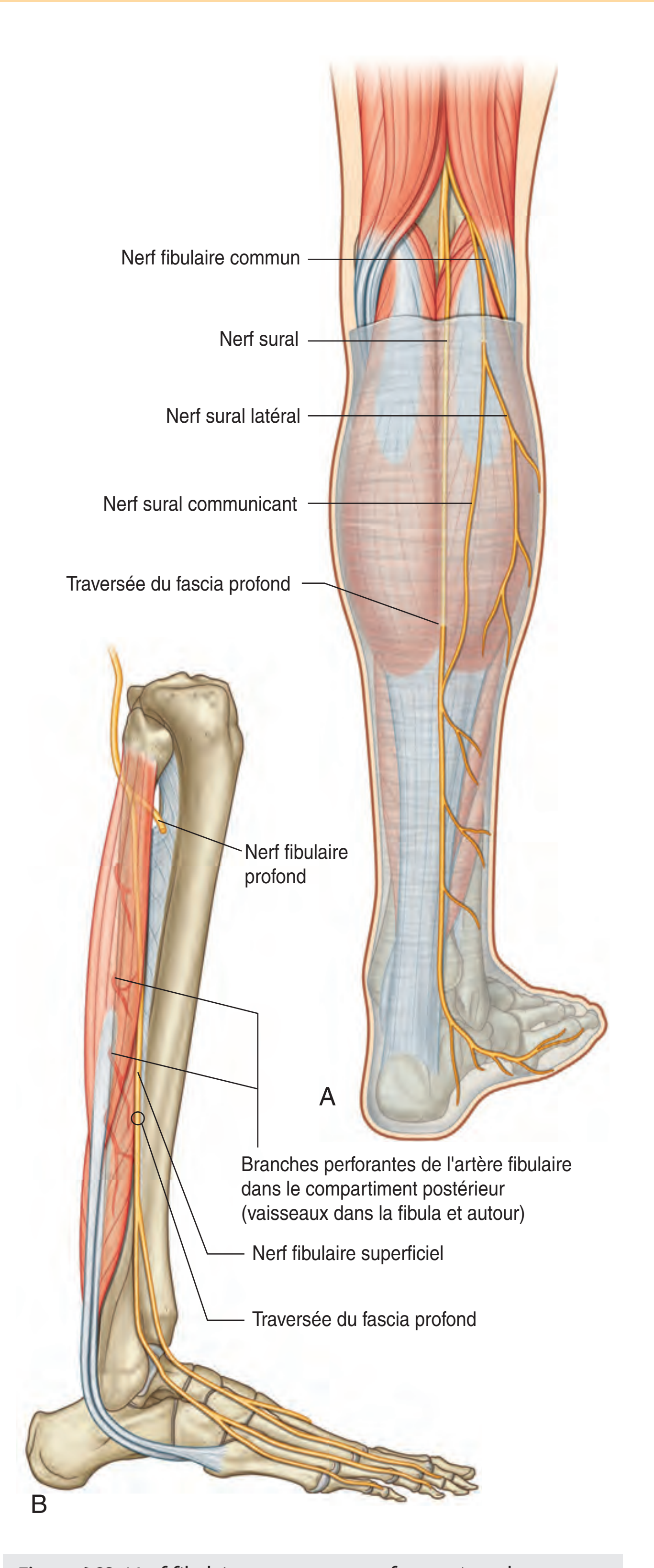


Figure 6.93 Nerf fibulaire commun, et nerfs et artères du compartiment latéral de la jambe. **A.** Vue postérieure de la jambe droite. **B.** Vue latérale de la jambe droite.

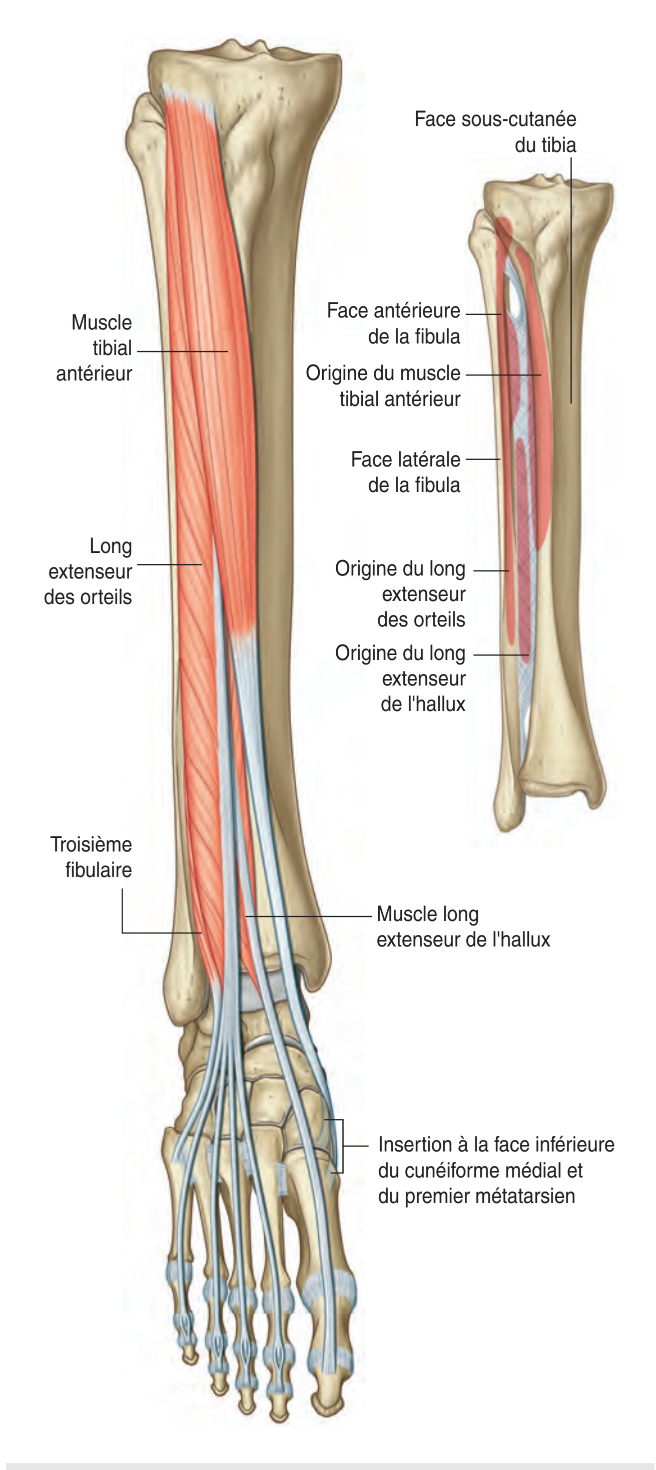


Figure 6.94 Muscles du compartiment antérieur de la jambe.

Tibial antérieur

Le **muscle tibial antérieur** est le plus antérieur et le plus médial des muscles du compartiment antérieur de la jambe (fig. 6.94). Il prend ses origines sur les deux tiers supérieurs de la face latérale de la diaphyse du tibia et sur la face voisine de la membrane interosseuse. Il s'insère aussi sur le fascia profond.

Les fibres musculaires du tibial antérieur convergent dans le tiers inférieur de la jambe pour former un tendon qui descend vers le bord médial du pied. Il se fixe sur les faces médiale et inférieure de l'un des os du tarse, le cunéiforme médial, et

Tableau 6.9 Muscles du compartiment antérieur de la jambe.				
Muscle	**Origine**	**Terminaison**	**Innervation**	**Fonction**
Tibial antérieur	Face latérale du tibia et membrane interosseuse voisine	Faces médiale et inférieure du cunéiforme médial et faces adjacentes du 1er métatarsien	Nerf fibulaire profond (**L4**, L5)	Inversion du pied au niveau de la cheville ; support dynamique de l'arche médiale du pied
Long extenseur de l'hallux	Moitié de la face médiale de la fibula et membrane interosseuse voisine	Face dorsale de la base de la phalange distale de l'hallux	Nerf fibulaire profond (**L5, S1**)	Extension de l'hallux et flexion dorsale (extension) du pied
Long extenseur des orteils	Moitié proximale de la face médiale de la fibula et surface voisine de la membrane interosseuse et du condyle latéral tibial	Expansions digitales dorsales aux bases des phalanges moyenne et distale des quatre orteils latéraux	Nerf fibulaire profond (**L5, S1**)	Extension des quatre orteils latéraux et flexion dorsale (extension) du pied
Troisième fibulaire	Partie distale de la face médiale de la fibula	Face dorsomédiale de la base du 5e métatarsien	Nerf fibulaire profond (**L5, S1**)	Flexion dorsale (extension) et éversion du pied

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

sur les parties adjacentes du 1er métatarsien qui correspond à l'hallux.

Le tibial antérieur assure la flexion dorsale (extension) du pied au niveau de la cheville et porte le pied en inversion au niveau des articulations intertarsiennes. Durant la marche, il assure le soutien dynamique de l'arche plantaire médiale du pied.

Le tibial antérieur est innervé par le nerf fibulaire profond.

Long extenseur de l'hallux

Le **long extenseur de l'hallux** est voisin du muscle tibial antérieur qui le recouvre en partie (fig. 6.94). Il naît de la partie moyenne de la surface médiale de la fibula et de la membrane interosseuse voisine.

Le tendon du muscle long extenseur de l'hallux émerge entre les tendons du muscle tibial antérieur et du muscle long extenseur des orteils à la moitié inférieure de la jambe puis se dirige vers le pied. Il chemine à la partie médiale du dos du pied jusqu'à l'hallux où il s'insère sur le bord médial de la face dorsale de la phalange distale.

Le tendon du long extenseur de l'hallux étend l'hallux. Croisant la face antérieure de la cheville, il assure aussi la flexion dorsale (extension) du pied et de la cheville. Comme tous les muscles du compartiment antérieur de la jambe, le long extenseur de l'hallux est innervé par le nerf fibulaire profond.

Long extenseur des orteils

Le **muscle long extenseur des orteils** est le plus postérieur et latéral des muscles du compartiment antérieur de la jambe (fig. 6.94). Il s'attache principalement sur la moitié supérieure de la surface médiale de la fibula en dehors et au-dessus de l'origine du long extenseur de l'hallux et, plus haut, sur le condyle tibial latéral. Comme le muscle tibial antérieur, il a des attaches sur le fascia profond.

Le muscle long extenseur des orteils descend pour former un tendon dirigé vers la face dorsale du pied, où il se divise en quatre tendons s'insérant à la face dorsale des bases des phalanges moyennes et distales des quatre orteils latéraux.

Le long extenseur des orteils étend les orteils et fléchit dorsalement le pied au niveau de la cheville. Il est innervé par le nerf fibulaire profond.

Troisième fibulaire

Le **muscle troisième fibulaire** est normalement considéré comme une partie du long extenseur des orteils (fig. 6.94). Le muscle troisième fibulaire naît à la face médiale de la fibula immédiatement au-dessous de l'origine du long extenseur des orteils. Les deux muscles sont intimement intriqués.

Le tendon du troisième fibulaire descend vers le pied avec le tendon du long extenseur des orteils. Sur le dos du pied, il s'écarte latéralement pour aller s'insérer sur la surface dorsomédiale de la base du 5e métatarsien (en continuité avec le petit orteil).

Le troisième fibulaire participe à la flexion dorsale (extension) et peut-être aussi à l'éversion du pied. Il est innervé par le nerf fibulaire profond.

Artères

Artère tibiale antérieure

L'artère du compartiment antérieur de la jambe est l'**artère tibiale antérieure**, qui naît de l'artère poplitée dans le compartiment postérieur de la jambe. Elle passe en avant dans le compartiment antérieur à travers l'orifice supérieur de la membrane interosseuse.

L'artère tibiale antérieure descend dans le compartiment antérieur sur la membrane interosseuse (fig. 6.95). Dans la partie distale de la jambe, elle est située entre les tendons des muscles tibial antérieur et long extenseur de l'hallux. Elle quitte la jambe en passant en avant de l'extrémité distale du tibia et croise la cheville. Elle devient artère dorsale du pied sur le dos du pied.

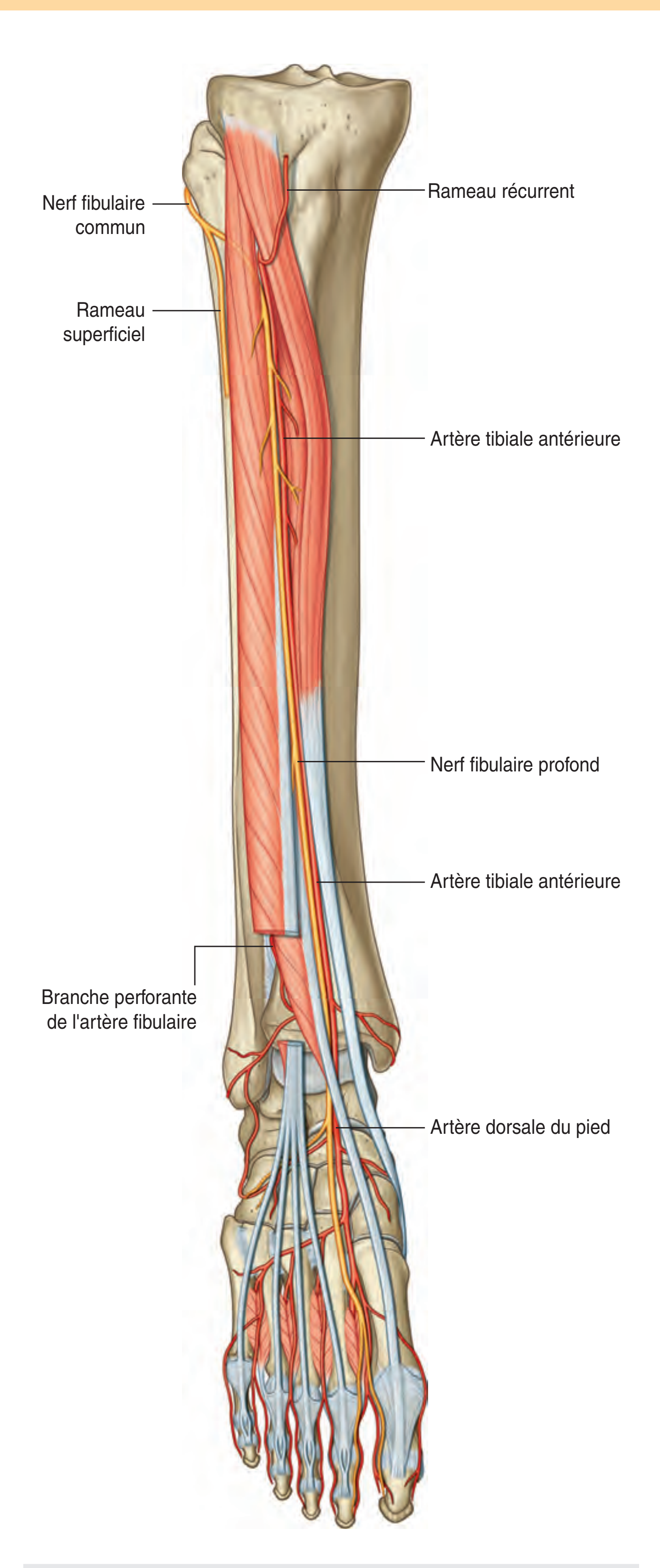


Figure 6.95 Artère tibiale antérieure et nerf fibulaire profond.

Près de son origine, l'artère donne une branche récurrente qui s'anastomose avec le réseau périarticulaire du genou.

Au cours de son trajet, l'artère fournit de nombreuses branches aux muscles voisins et est rejointe près de la cheville par la branche perforante de l'artère fibulaire, qui passe en avant à travers l'orifice inférieur de la membrane interosseuse venant du compartiment postérieur de la jambe.

Près de sa terminaison, l'artère donne une artère malléolaire antérieure et médiale et une artère malléolaire antérieure et latérale, qui passent en arrière en contournant les extrémités du tibia et de la fibula, respectivement. Elles s'anastomosent avec les vaisseaux venus des artères tibiale et fibulaire pour former le réseau anastomotique périarticulaire de la cheville.

Veines

Les veines profondes sont satellites des artères.

Nerfs

Nerf fibulaire profond

Le nerf du compartiment antérieur de la jambe est le **nerf fibulaire profond** (fig. 6.95). Ce nerf, rameau terminal du nerf fibulaire commun, naît dans le compartiment latéral de la jambe.

Le nerf fibulaire profond passe en avant et médialement en traversant le septum intermusculaire qui sépare les compartiments latéral et antérieur de la jambe, et passe en arrière du long extenseur des orteils. Il atteint la face antérieure de la membrane interosseuse où il rencontre l'artère tibiale antérieure qu'il accompagne.

Le nerf fibulaire profond :

- innerve tous les muscles du compartiment antérieur ;
- puis continue sur le dos du pied où il innerve le court extenseur des orteils et contribue à l'innervation des deux premiers muscles interosseux dorsaux. Il innerve les téguments entre l'hallux et le 2e orteil.

En clinique

Le steppage ou pied tombant

Le steppage se traduit par la perte de la flexion dorsale (extension) active du pied. Pour éviter que le pied tombant n'accroche le sol, le patient doit lever anormalement haut le genou lors de la phase oscillante : c'est le «steppage». La reprise de l'appui se fait avec un claquement dû à l'absence de contrôle musculaire du pied. Il n'est pas rare que l'autre pied, exempt de paralysie, développe un type de marche caractéristique sur la pointe du pied au temps de l'appui. Une cause typique pour un pied tombant est la lésion du nerf fibulaire commun qui peut compliquer une fracture du col de la fibula. D'autres causes sont possibles : la compression de la racine L5 au cours de protrusions discales et, plus rarement, des lésions plus hautes au niveau de la moelle spinale et du cerveau.

En clinique

Lésion du nerf fibulaire commun

Le nerf fibulaire commun est exposé aux lésions sur son trajet autour de la face latérale du col de la fibula. Il peut être lésé par traumatisme direct (choc ou plaie), secondaire à une lésion du genou (luxation), ou au contact d'une fracture fibulaire proximale. La lésion nerveuse peut parfois être iatrogène, au cours d'une arthroscopie ou d'une opération du genou.

Les symptômes d'une lésion du nerf fibulaire commun sont souvent observés chez les patients alités, particulièrement en cas d'altération du niveau de conscience, du fait d'une pression latérale prolongée sur le genou qui conduit à une compression nerveuse et à une neuropathie. De même, l'application d'une attelle ou d'une orthèse sur la jambe peut comprimer le nerf, et générer les symptômes d'une paralysie fibulaire.

À part le pied tombant, les autres symptômes de la lésion du nerf fibulaire commun comprennent le déficit sensitif de la face latérale de la jambe et du dos du pied, et la perte de contraction des muscles fibulaire et tibial antérieur.

PIED

Le pied est la partie la plus distale du membre inférieur. Il comprend la cheville, ou articulation tibiotarsienne, le métatarse et les orteils.

Il y a cinq orteils comprenant médialement l'hallux, et latéralement quatre orteils latéraux, se terminant avec le petit orteil (5e) (fig. 6.96).

Le pied a une face supérieure, le **dos du pied**, et une face inférieure, la **plante du pied** (fig. 6.96).

L'abduction et l'adduction des orteils sont définies en fonction de l'axe du 2e orteil. À l'inverse de la main où le pouce est orienté à 90° des autres doigts, l'hallux est orienté dans le même plan que les autres orteils. Le pied en contact avec le sol constitue une plateforme stable pour la station debout. Il assure la projection en avant du corps pendant la marche.

Squelette

Il y a trois groupes d'os au niveau du pied (fig. 6.97) :

- les sept **os du tarse** qui forment l'ossature de la cheville ;
- les **métatarsiens** (1 à 5) qui sont les os du métatarse ;
- les **phalanges** qui sont les os des orteils. Chaque orteil a trois phalanges, à l'exception de l'hallux qui en a deux.

Tarse

Les os du tarse sont divisés en deux groupes : proximal et distal, avec un os intermédiaire entre les deux groupes sur le bord médial du pied (fig. 6.97A).

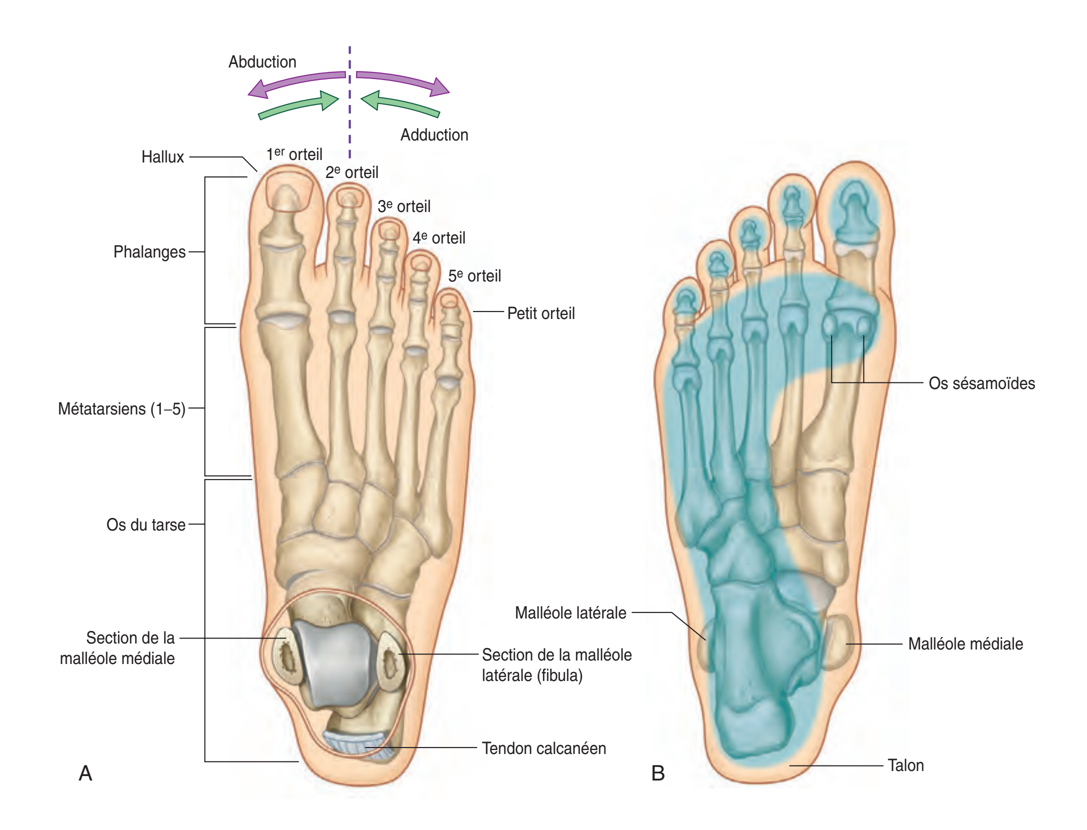


Figure 6.96 Pied. **A.** Face dorsale, pied droit. **B.** Face plantaire, pied droit, montrant les surfaces au contact du sol en station debout.

Groupe proximal

Le groupe proximal comprend deux os volumineux, le talus et le calcanéus :

- le **talus** est l'os le plus élevé du pied. Situé à son sommet, il repose sur le calcanéus (fig. 6.97B). Il s'articule en haut avec le tibia et la fibula, formant l'articulation tibiotarsienne ou cheville. Il s'articule aussi en avant avec l'os intermédiaire du tarse (os naviculaire) situé sur le bord médial du pied ;
- le **calcanéus** est le plus grand des os du tarse et forme l'ossature du talon. En avant, il s'articule avec l'un des os du groupe distal des os du tarse, le cuboïde, sur le bord latéral du pied.

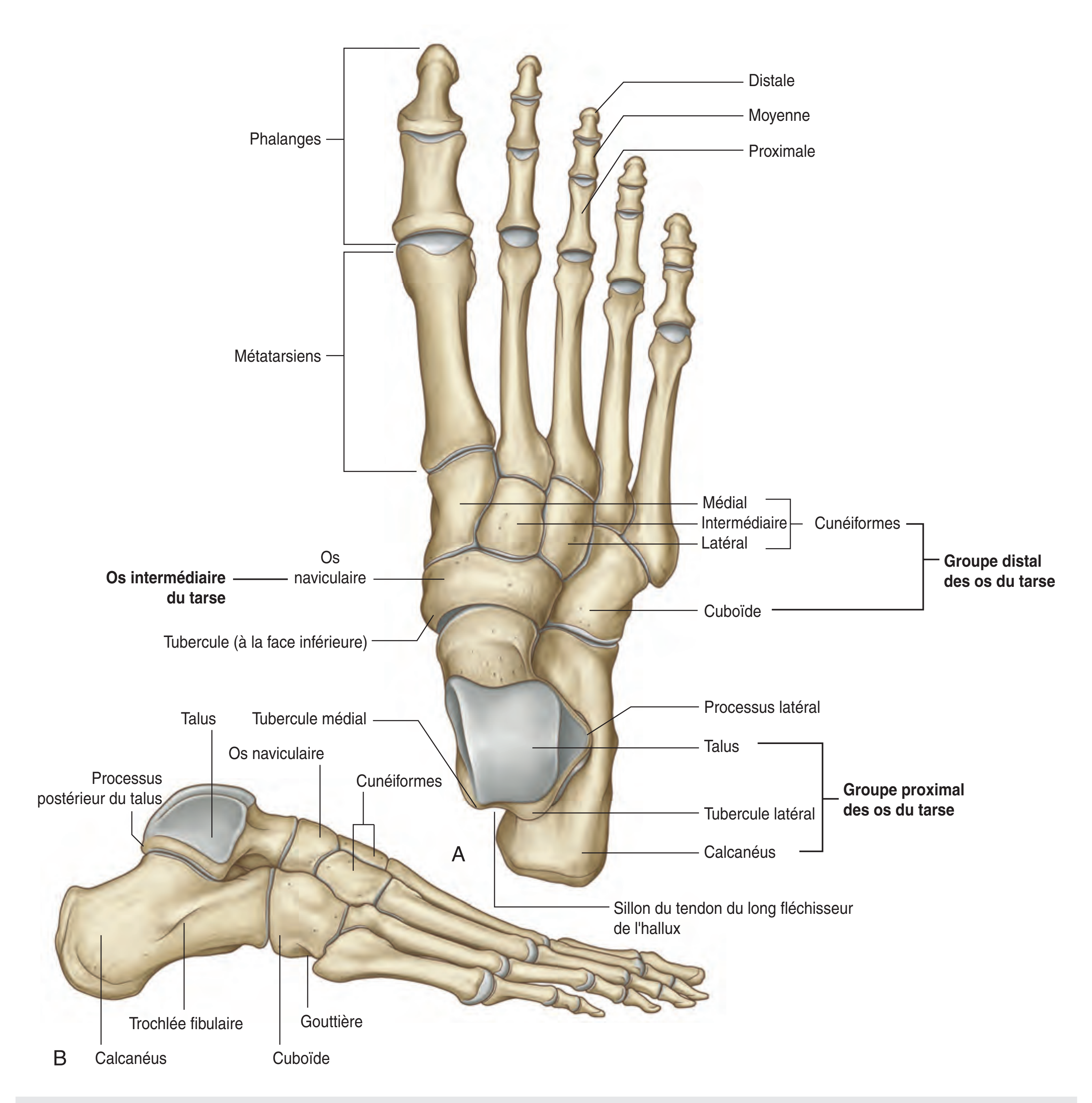


Figure 6.97 Os du pied. **A.** Vue dorsale, pied droit. **B.** Vue latérale, pied droit.



Talus

Le talus vu par ses faces latérale et médiale a une forme d'escargot (fig. 6.98A,B). Il a une **tête** arrondie, orientée vers l'avant et médialement, située à l'extrémité d'un **col** court et large, relié en arrière au corps de l'os.

En avant, la tête arrondie du talus s'articule avec une cavité circulaire à la face postérieure de l'os naviculaire. À sa face inférieure, cette surface articulaire en dôme se prolonge par trois articulations supplémentaires séparées par des crêtes régulières :

- les facettes antérieure et moyenne s'articulent avec les surfaces correspondantes du calcanéus ;
- l'autre facette, médiale par rapport aux facettes articulaires avec le calcanéus, s'articule avec un ligament – le ligament calcanéonaviculaire plantaire du calcanéus –, qui relie le calcanéus à l'os naviculaire sous la tête du talus.

Le col du talus est marqué par un sillon, le **sulcus tali**, croisant la face inférieure de dedans en dehors. Il se dirige en avant et s'élargit fortement à son extrémité latérale. En arrière du sulcus tali, on note une grande facette (facette calcanéenne postérieure) qui s'articule avec le calcanéus.

La face supérieure du corps du talus forme une saillie proéminente qui s'articule avec la cavité formée par les extrémités du tibia et de la fibula pour constituer l'articulation tibiotarsienne :

- la face supérieure, ou trochlée, s'articule avec l'extrémité inférieure du tibia ;
- la face médiale s'articule avec la malléole médiale du tibia ;
- la face latérale s'articule avec la malléole latérale de la fibula.

La malléole latérale est plus grande et descend plus bas que la malléole médiale au niveau de l'articulation de la cheville. La surface articulaire latérale correspondante sur le talus est également plus grande et plus étendue vers le bas que la surface médiale.

L'extrémité de la surface latérale du corps du talus qui s'articule avec la partie la plus basse de la facette de la fibula forme une saillie osseuse appelée le **processus latéral du talus**.

La face inférieure du corps du talus présente une grande facette concave ovale appelée **facette calcanéenne postérieure** qui s'articule avec le calcanéus.

La partie postérieure du corps du talus forme le **processus postérieur du talus**, caractérisé par deux tubercules, l'un médial, l'autre latéral. Ceux-ci délimitent un **sillon pour le tendon du long fléchisseur de l'hallux** lorsqu'il passe de la jambe au pied.

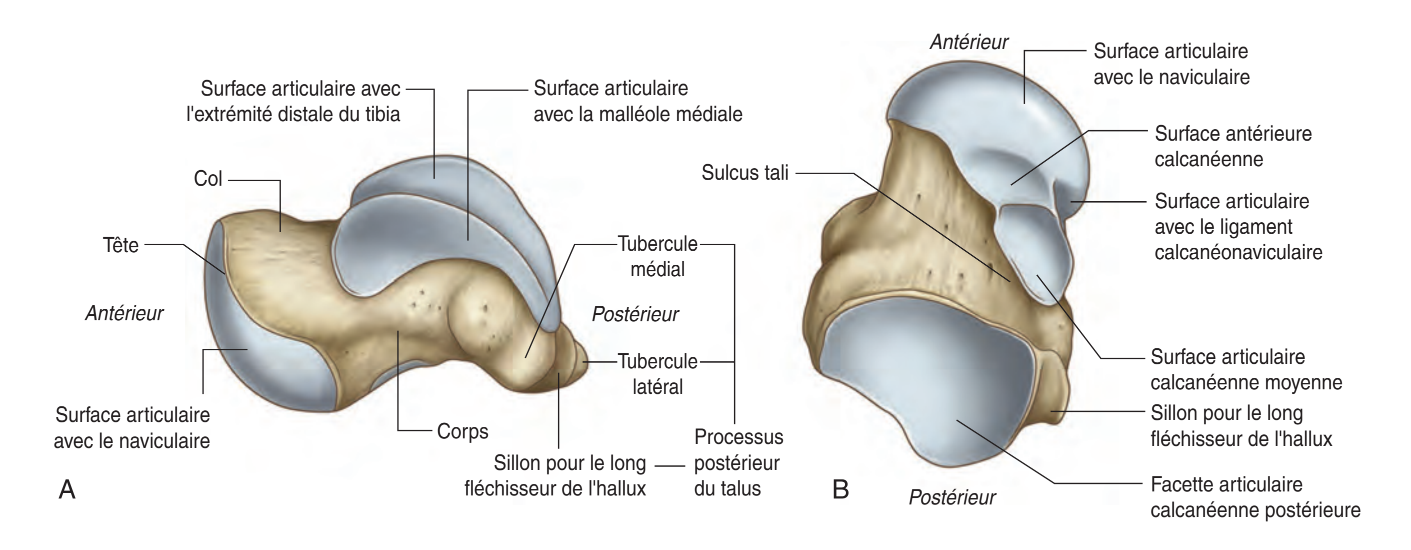


Figure 6.98 Talus. **A.** Vue médiale. **B.** Vue plantaire.

Calcanéus

Le calcanéus est sous le talus qu'il supporte. C'est un os irrégulier allongé en forme de boîte, avec un long axe globalement orienté sur la ligne médiane du pied, mais s'écartant de la ligne médiane en avant pour se diriger en dehors (fig. 6.99).

Le calcanéus a un prolongement en arrière du talus qui forme l'ossature du talon. La face postérieure de cette région du talon est circulaire et divisée en trois parties, supérieure, moyenne et inférieure. Le tendon calcanéen, ou tendon d'Achille, s'insère à la partie moyenne ;

- la partie supérieure est séparée du tendon calcanéen par une bourse séreuse ;
- la partie inférieure, inclinée vers l'avant, est couverte par le tissu sous-cutané. C'est la partie portante du talon en continuité avec la face plantaire de l'os, ou **tubérosité calcanéenne**.

La tubérosité calcanéenne est orientée vers l'avant et présente à sa face plantaire un gros processus médial et un petit latéral séparés par une dépression en forme de V (fig. 6.99B).

Le **tubercule calcanéen** est à l'extrémité antérieure de la face plantaire et donne insertion au ligament court plantaire de la plante du pied.

La face latérale du calcanéus a un aspect régulier, sauf pour deux régions en relief (fig. 6.99C). La **trochlée fibulaire**, ou tubercule des fibulaires, est située en avant au milieu de la face et présente deux sillons plus ou moins marqués, l'un supérieur, l'autre inférieur. Le tendon court fibulaire chemine dans le sillon supérieur, le tendon du long fibulaire chemine dans le sillon inférieur.

Supérieure et postérieure à la trochlée fibulaire, on note une deuxième saillie pour l'insertion du ligament calcanéofibulaire, partie du ligament collatéral latéral de la cheville.

La face médiale du calcanéus est concave et présente une proéminence dans sa partie antérosupérieure, le **sustentaculum tali** (fig. 6.99A), qui est une saillie en surplomb, orientée médialement, supportant la partie la plus postérieure de la tête du talus.

La face inférieure du sustentaculum tali forme un sillon dirigé d'arrière en avant pour le passage du long fléchisseur de l'hallux vers la plante du pied.

La partie supérieure du sustentaculum tali présente la **surface articulaire talaire moyenne** pour l'articulation avec la facette moyenne correspondante du talus.

Les surfaces articulaires talaires antérieure et postérieure sont sur la surface supérieure du calcanéus lui-même (fig. 6.99A) :

- la surface talaire antérieure est petite et s'articule avec la facette correspondante de la tête du talus ;
- la surface talaire articulaire postérieure est grande et est approximativement au milieu de la surface supérieure du calcanéus.

Entre la surface articulaire talaire postérieure qui s'articule avec le corps du talus et les deux autres surfaces articulaires qui s'articulent avec la tête, on note une gouttière profonde, le **sillon calcanéen** (fig. 6.99A,C).

Le sillon calcanéen à la face supérieure du calcanéus et le sulcus tali à la face inférieure du talus en regard forment ensemble le **sinus du tarse**, qui est un grand intervalle entre les extrémités antérieures du calcanéus et du talus. Il est visible quand le squelette de l'arrière-pied est regardé par sa face latérale (fig. 6.100).

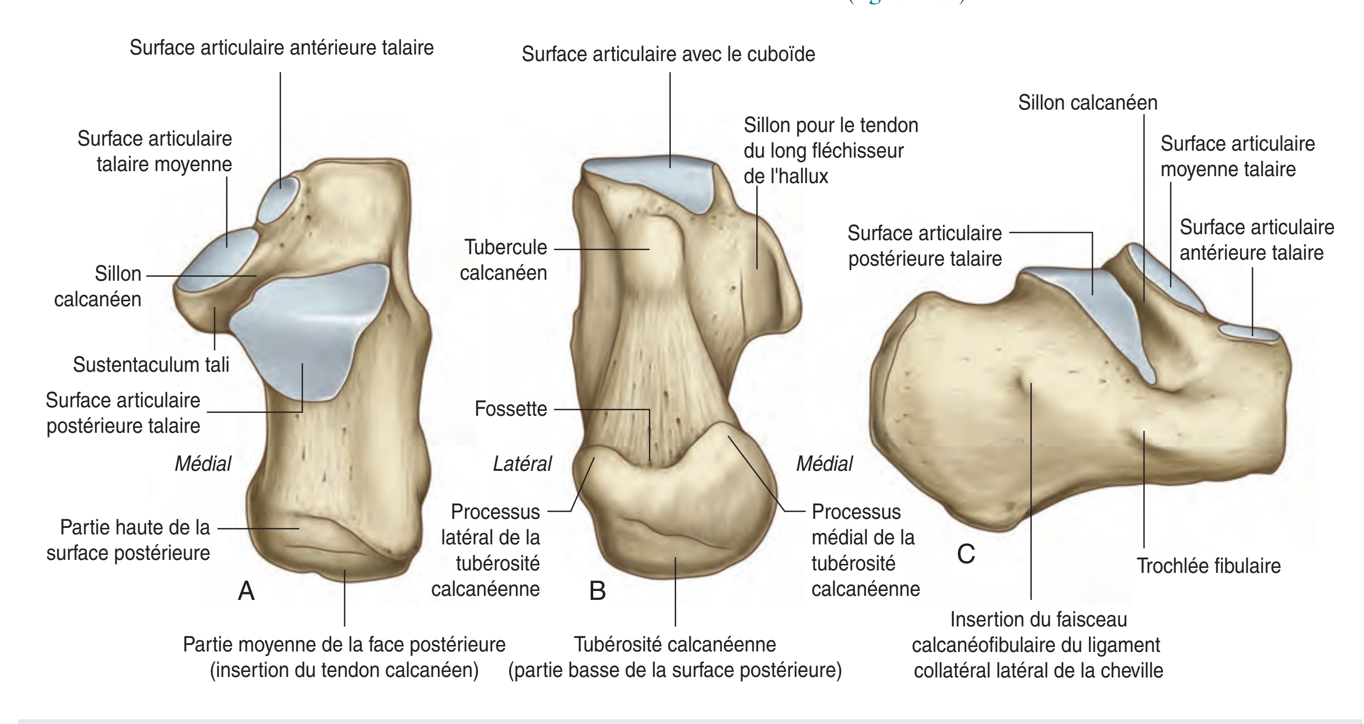


Figure 6.99 Calcanéus. **A.** Vue supérieure. **B.** Vue inférieure. **C.** Vue latérale.

Os tarsien intermédiaire

L'**os naviculaire** (en forme de bateau) est l'os intermédiaire du bord médial du pied (fig. 6.97). Cet os s'articule en arrière avec le talus et en avant avec le groupe distal des os du tarse.

Un élément caractéristique de l'os naviculaire est sa tubérosité arrondie médiale où s'insère le tendon tibial postérieur, qui se prolonge sur le côté médial de la surface plantaire de l'os.

Groupe distal

De dehors en dedans, le groupe distal des os du tarse comprend (fig. 6.97) :

- le **cuboïde** (du grec, «en forme de cube»), qui s'articule en arrière avec le calcanéus, en dedans avec le cunéiforme latéral et en avant avec les bases des deux métatarsiens latéraux (4e et 5e). Le tendon du muscle long fibulaire passe dans une gouttière profonde orientée d'arrière en avant et de dehors en dedans à la partie antérieure de la face plantaire du cuboïde ;
- trois **os cunéiformes** (du latin, «en forme de coin»), le **latéral**, l'**intermédiaire** et le **médial**. Ils s'articulent en arrière avec l'os naviculaire et en avant avec les bases des trois métatarsiens médiaux. De plus, ils s'articulent entre eux.

Métatarsiens

Il y a cinq métatarsiens numérotés de 1 à 5, du bord médial au bord latéral de l'avant-pied (fig. 6.101). Le 1er métatarsien, correspondant à l'hallux, est le plus court et le plus épais. Le 2e est le plus long.

Chaque métatarsien a une **tête** à son extrémité distale, une **diaphyse** allongée à sa partie moyenne, et une **base** proximale.

La tête de chaque métatarsien s'articule avec la phalange proximale de l'orteil correspondant, et la base s'articule avec un ou plusieurs os du groupe distal du tarse. La surface plantaire de la tête du 1er métatarsien s'articule aussi avec deux os sésamoïdes.

Les côtés des bases des 2e et 5e métatarsiens sont articulés les uns aux autres. Le côté latéral de la base du 5e métatarsien a une saillie proéminente formant une **tubérosité** où s'insère le tendon du muscle court fibulaire.

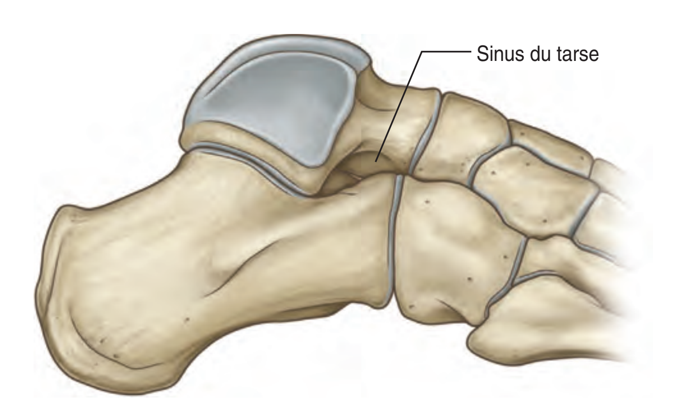


Figure 6.100 Sinus du tarse. Vue latérale, pied droit.

Phalanges

Les phalanges sont les os des orteils (fig. 6.101). Chaque orteil a trois phalanges : **proximale**, **moyenne** et **distale**, à l'exception de l'hallux qui n'en a que deux (proximale et distale).

Chaque phalange a une base, une diaphyse et une tête distale :

- la base de chaque phalange proximale s'articule avec la tête du métatarsien correspondant ;
- la tête de la dernière phalange (distale) est non articulaire, aplatie, formant une tubérosité en forme de croissant sous le pannicule terminal de l'extrémité de chaque orteil.

Pour chaque orteil, la longueur totale des phalanges est beaucoup plus courte que la longueur du métatarsien correspondant.

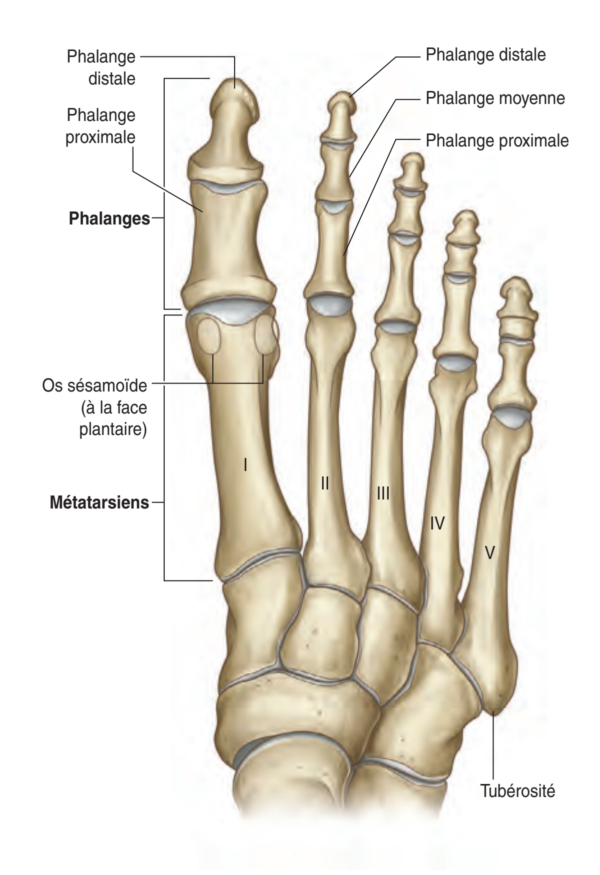


Figure 6.101 Métatarsiens et phalanges. Vue dorsale.

En clinique

Bec talien

Il peut parfois exister une projection supérieure de la partie distale du talus, en forme de bec (fig. 6.102). Cela est souvent associé à la présence d'un pont osseux ou fibreux entre le talus et le calcanéus.



Figure 6.102 Radiographie de la cheville montrant un bec talien.

Articulations

Articulation tibiotarsienne

La cheville est une articulation de type synovial unissant le talus du pied, le tibia et la fibula de la jambe (fig. 6.103).

La cheville permet principalement, comme une charnière, des mouvements de flexion dorsale (extension) et de flexion plantaire du pied sur la jambe.

L'extrémité distale de la fibula est fermement unie à l'extrémité distale du tibia par de solides ligaments. Le tibia et la fibula forment ensemble une cavité (la mortaise tibiofibulaire) qui s'articule avec le tenon talien (trochlée du talus) :

- le toit de la mortaise est formé par la face inférieure de l'extrémité distale du tibia ;
- le côté médial de la mortaise est formé par la malléole médiale du tibia ;
- le côté latéral de la mortaise est formé par la malléole latérale de la fibula.

Les surfaces articulaires sont recouvertes de cartilage hyalin.

La partie articulaire du talus a la forme d'un demi-cylindre présentant une face latérale et une face médiale. Le tenon talien et ses deux faces s'articulent avec la mortaise formée par les extrémités du tibia et de la fibula.

Vue par en haut, la surface articulaire du talus est plus large en avant qu'en arrière. Il en résulte que l'articulation est plus serrée lorsque le pied est en flexion dorsale (extension). La surface articulaire dans sa partie postérieure est plus étroite. En flexion plantaire, la partie la plus étroite du talus est dans la mortaise, permettant quelques mobilités latérales au niveau de la cheville. L'articulation de la cheville a donc son maximum de stabilité quand le pied est en flexion dorsale (extension).

La cavité articulaire est enfermée par la membrane synoviale qui s'attache à la périphérie des surfaces articulaires et par une capsule qui recouvre la synoviale et qui est également amarrée à la périphérie osseuse de l'articulation.

La cheville est stabilisée par de solides **ligaments médial** (deltoïde) et **latéral**.

En clinique

Fracture du talus

Le talus est un os particulier car son ossification apparaît initialement à partir d'un seul centre d'ossification primaire qui est situé dans le col. La partie postérieure du talus s'ossifie tardivement après la puberté. Chez plus de 50 % des individus, on note un petit os en arrière du tubercule latéral (**os trigone**). Le cartilage articulaire recouvre environ 60 % de la surface du talus. Il n'y a aucune insertion directe de muscle ou de tendon sur le talus.

Un des problèmes des fractures du talus est la vascularisation précaire du talus. L'irrigation sanguine du talus se fait par une branche de l'artère tibiale postérieure au niveau du sinus du tarse. Cette artère vascularise surtout le col et le corps du talus. Les branches de l'artère dorsale du pied pénètrent dans la partie supérieure du col et assurent la vascularisation de la partie dorsale du col et de la tête. Les branches de l'artère fibulaire vascularisent une petite partie du talus latéral.

Les fractures du col du talus interrompent souvent la vascularisation du talus, créant un risque d'ostéonécrose qui peut être à l'origine d'une arthrose et pourra nécessiter un acte chirurgical.



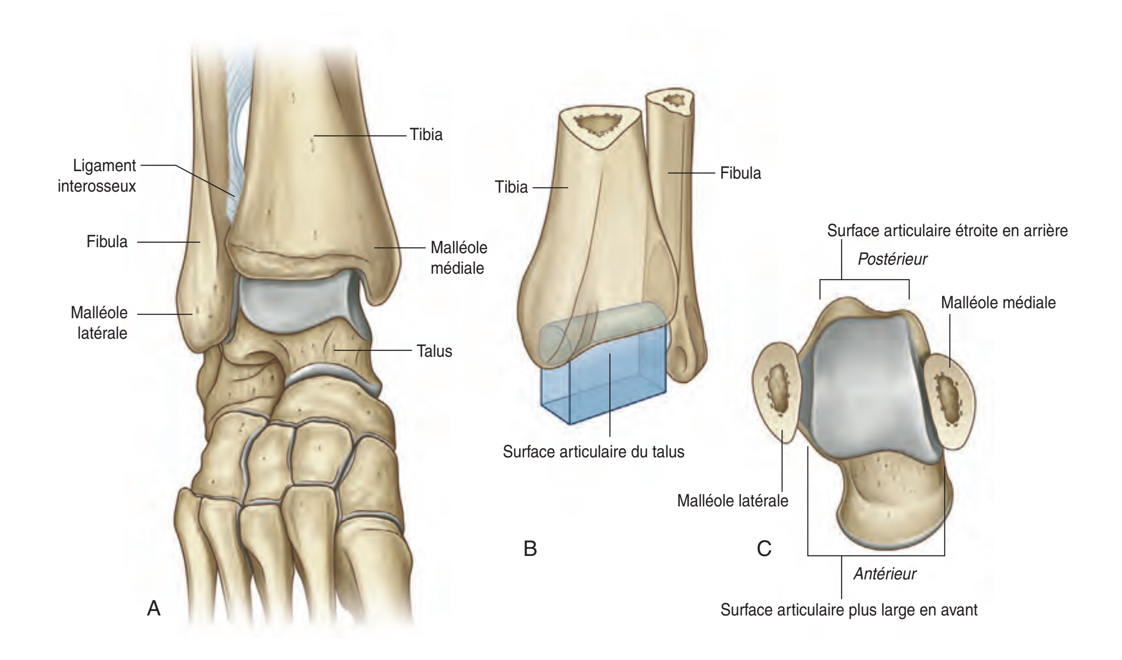


Figure 6.103 Articulation de la cheville. **A.** Vue antérieure, le pied en flexion plantaire. **B.** Schéma de l'articulation. **C.** Vue supérieure du talus pour montrer la forme de la surface articulaire.

Ligament médial (ligament collatéral tibial)

Le ligament médial (ou ligament deltoïde) est grand et solide (fig. 6.104). Il a une forme triangulaire (deltoïde). Son sommet est amarré au-dessus de la malléole médiale, et sa base est insérée sur une ligne qui s'étend de la tubérosité de l'os naviculaire en avant au tubercule médial du talus en arrière.

Le ligament médial est divisé en quatre parties selon les insertions inférieures :

- la partie du ligament qui s'attache en avant au tubercule de l'os naviculaire et en arrière au bord du ligament calcanéonaviculaire, solidarisant os naviculaire et sustentaculum tali, est appelée **partie tibionaviculaire** du ligament deltoïde ;
- la **partie tibiocalcanéenne** qui s'attache au sustentaculum tali du calcanéus est plus centrale ;
- la **partie postérieure tibiotalaire** s'insère sur le côté médial du talus et sur le tubercule médial du talus ;
- la quatrième partie, **partie antérieure tibiotalaire**, est recouverte par les parties tibionaviculaire et tibiocalcanéenne, et se fixe à la face médiale du talus.

Ligament latéral (ligament collatéral fibulaire)

Le ligament latéral de la cheville est composé de trois ligaments séparés : le ligament talofibulaire antérieur, le ligament talofibulaire postérieur et le ligament calcanéofibulaire (fig. 6.105) :

- le **ligament talofibulaire antérieur** est court et va du bord antérieur de la malléole latérale à la région voisine du talus ;
- le **ligament talofibulaire postérieur** se dirige horizontalement en arrière de, et médialement à, la fosse malléolaire sur le côté médial de la malléole latérale au processus postérieur du talus ;
- le **ligament calcanéofibulaire** est attaché au-dessus de la fosse malléolaire sur le côté postéromédial de la malléole latérale, et descend en arrière et en bas se fixer à un tubercule de la face latérale du calcanéus.

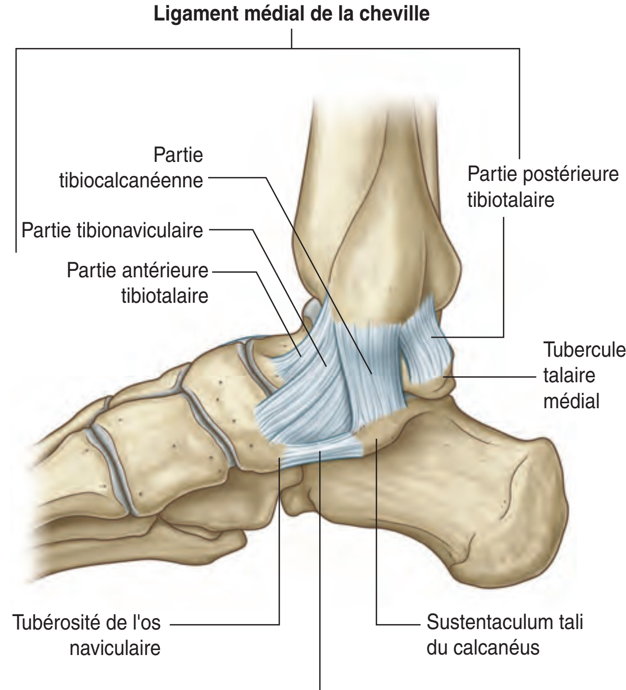


Figure 6.104 Ligament médial de la cheville.

Articulations intertarsiennes

Les nombreuses articulations synoviales unissant les os du tarse assurent des mouvements complexes qui sont l'inversion et l'éversion d'une part, et la supination et la pronation du pied d'autre part.

- L'inversion est un mouvement de rotation médiale de la totalité de la plante du pied qui regarde médialement.
- L'éversion est un mouvement de rotation latérale de la totalité de la plante du pied qui regarde latéralement.
- La pronation est une rotation latérale qui oriente la plante du pied latéralement et élève le bord latéral du pied.
- La supination est une rotation médiale qui oriente la plante du pied médialement et élève le bord médial du pied.

La pronation et la supination permettent au pied de maintenir un contact normal avec le sol dans les différentes positions de la station debout et de s'adapter aux inégalités du terrain lors de la marche.

Les principales articulations sièges de ces mouvements sont les articulations subtalaire, talocalcanéonaviculaire et calcanéocuboïdienne (fig. 6.106). Les articulations talocalcanéonaviculaire et calcanéocuboïdienne forment ensemble l'**articulation transverse du tarse**.

Les articulations intertarsiennes entre les cunéiformes et l'os naviculaire permettent des mouvements de faible amplitude.

L'articulation entre l'os cuboïde et l'os naviculaire est habituellement fibreuse.

Articulation subtalaire

L'articulation subtalaire se situe entre :

- la grande facette calcanéenne postérieure de la face inférieure du talus ;
- la facette talaire postérieure correspondante de la face supérieure du calcanéus.

La cavité articulaire est fermée par la membrane synoviale recouverte par la capsule.

L'articulation subtalaire permet un mouvement de glissement et de rotation intervenant dans l'inversion et l'éversion du pied. Les **ligaments latéral**, **postérieur**, **médial** et **interosseux talocalcanéens** stabilisent l'articulation (fig. 6.107). Le ligament interosseux talocalcanéen est situé dans le sinus du tarse.

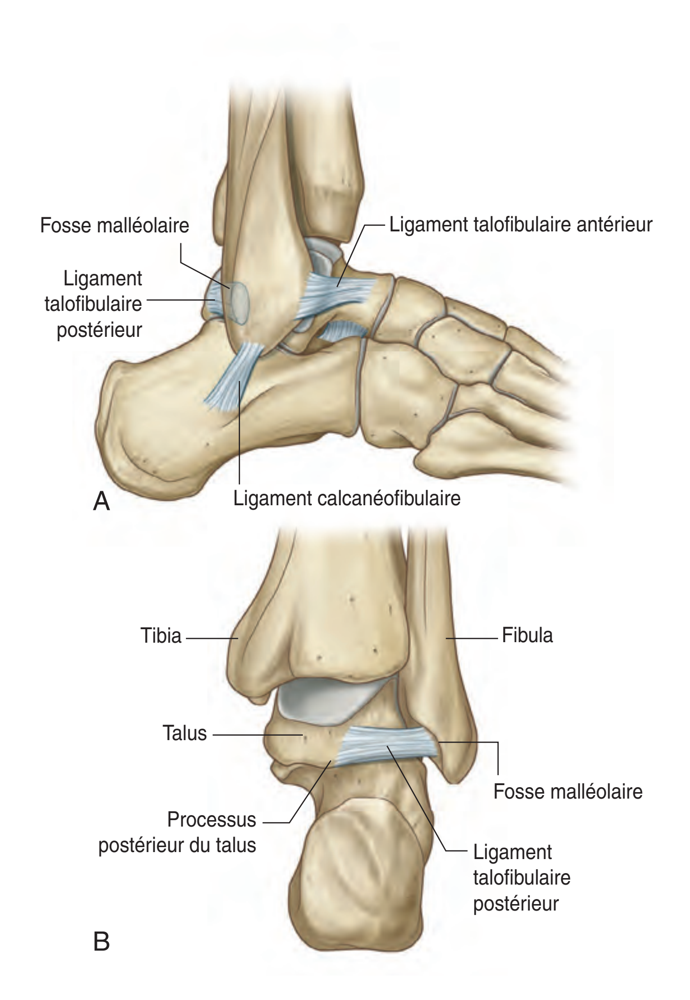


Figure 6.105 Ligament latéral de la cheville. **A.** Vue latérale **B.** Vue postérieure.

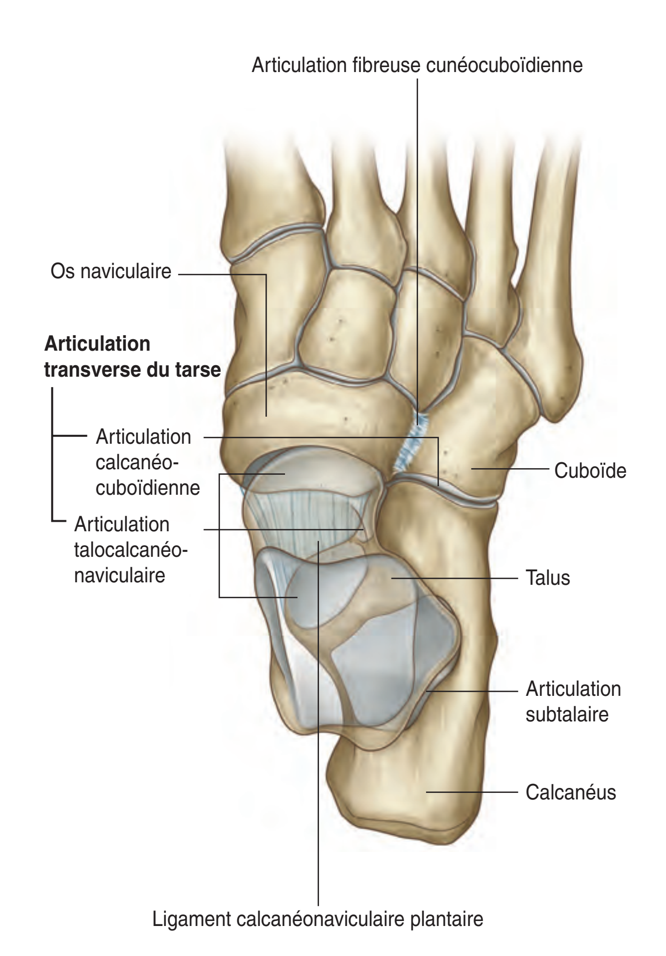


Figure 6.106 Articulations intertarsiennes.



En clinique

Fractures de la cheville

Une connaissance de l'anatomie de la cheville est nécessaire pour comprendre la grande variété des fractures qui peuvent survenir au niveau de la cheville ou à son pourtour.

La cheville et ses structures annexes peuvent être considérées comme un anneau ostéofibreux orienté dans le plan frontal.

- La partie supérieure de l'anneau est formée par l'articulation entre les extrémités de la fibula et du tibia et par l'articulation de la cheville elle-même.
- Les côtés de l'anneau sont formés par les ligaments qui unissent les malléoles latérale et médiale aux os du tarse adjacents.
- La partie inférieure de l'anneau ne concerne pas la cheville mais comprend l'articulation subtalaire et ses ligaments.

Visualiser la cheville et ses structures annexes comme un anneau ostéofibreux permet au médecin de prévoir le type de troubles pouvant résulter d'un traumatisme défini. Par exemple, un traumatisme en inversion peut fracturer la malléole médiale et déchirer les ligaments amarrant la malléole latérale aux os du tarse.

L'anneau peut être rompu non seulement par des lésions des os (qui produisent des fractures), mais aussi par des lésions ligamentaires. À la différence des fractures, les lésions ligamentaires ne peuvent être décelées par les radiographies standard. Quand une fracture est décelée sur des radiographies standard, le médecin doit toujours penser aux ruptures ligamentaires associées possibles.

Les critères d'Ottawa

Après un traumatisme de la cheville, une évaluation clinique peut être faite suivant les critères d'Ottawa, dont le but est de réduire les examens complémentaires, notamment les radiographies, et de renseigner sur la gravité éventuelle des lésions.

Des radiographies seront demandées dans les cas suivants :

- douleur à la palpation des six derniers centimètres de la face postérieure du tibia ;
- douleur à la palpation des six derniers centimètres de la fibula ;
- la marche (4 pas) est impossible après le traumatisme.

Des radiographies du pied seront pratiquées dans les cas suivants :

- douleur à la base du 5e métatarsien ;
- douleur au niveau de l'os naviculaire ;
- impossibilité de faire 4 pas immédiatement après le traumatisme.

Articulation talocalcanéonaviculaire

L'**articulation talocalcanéonaviculaire** est une articulation complexe dans laquelle la tête du talus s'articule avec le calcanéus, le ligament calcanéonaviculaire plantaire (ou *spring ligament*) et l'os naviculaire en avant (fig. 6.108A).

L'articulation talocalcanéonaviculaire permet des mouvements de glissement et de rotation qui, avec des mouvements similaires de l'articulation subtalaire, permettent les mouvements d'inversion et d'éversion ainsi que de pronation et de supination du pied.

Les éléments de l'articulation talocalcanéonaviculaire entre le talus et le calcanéus sont :

- les facettes antérieure et moyenne sur la face inférieure de la tête du talus ;
- les facettes correspondantes taliennes antérieure et moyenne sur la face supérieure et le sustentaculum tali du calcanéus (fig. 6.108B).

La partie de l'articulation entre le talus et le ligament calcanéonaviculaire plantaire est située entre le ligament et la facette médiale de la face inférieure de la tête du talus.

L'articulation entre l'os naviculaire et le talus constitue la plus grande partie de l'articulation talocalcanéonaviculaire. Elle est située entre l'extrémité antérieure ovoïde de la tête du talus et la face correspondante postérieure concave de l'os naviculaire.

Ligaments

L'articulation talocalcanéonaviculaire est une articulation synoviale. Sa capsule est renforcée :

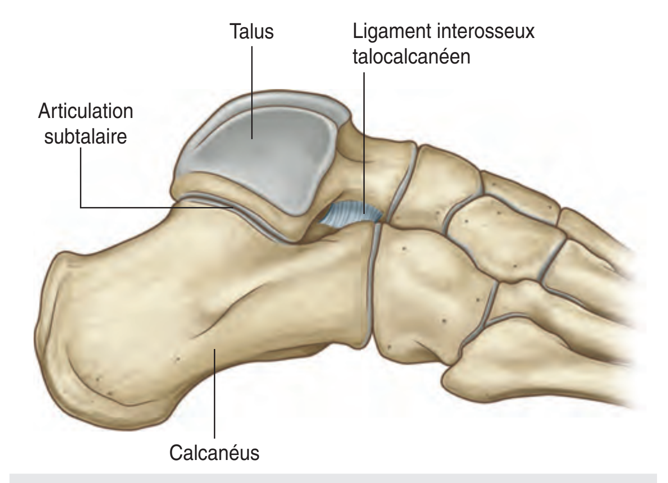


Figure 6.107 Ligament interosseux talocalcanéen. Vue latérale.

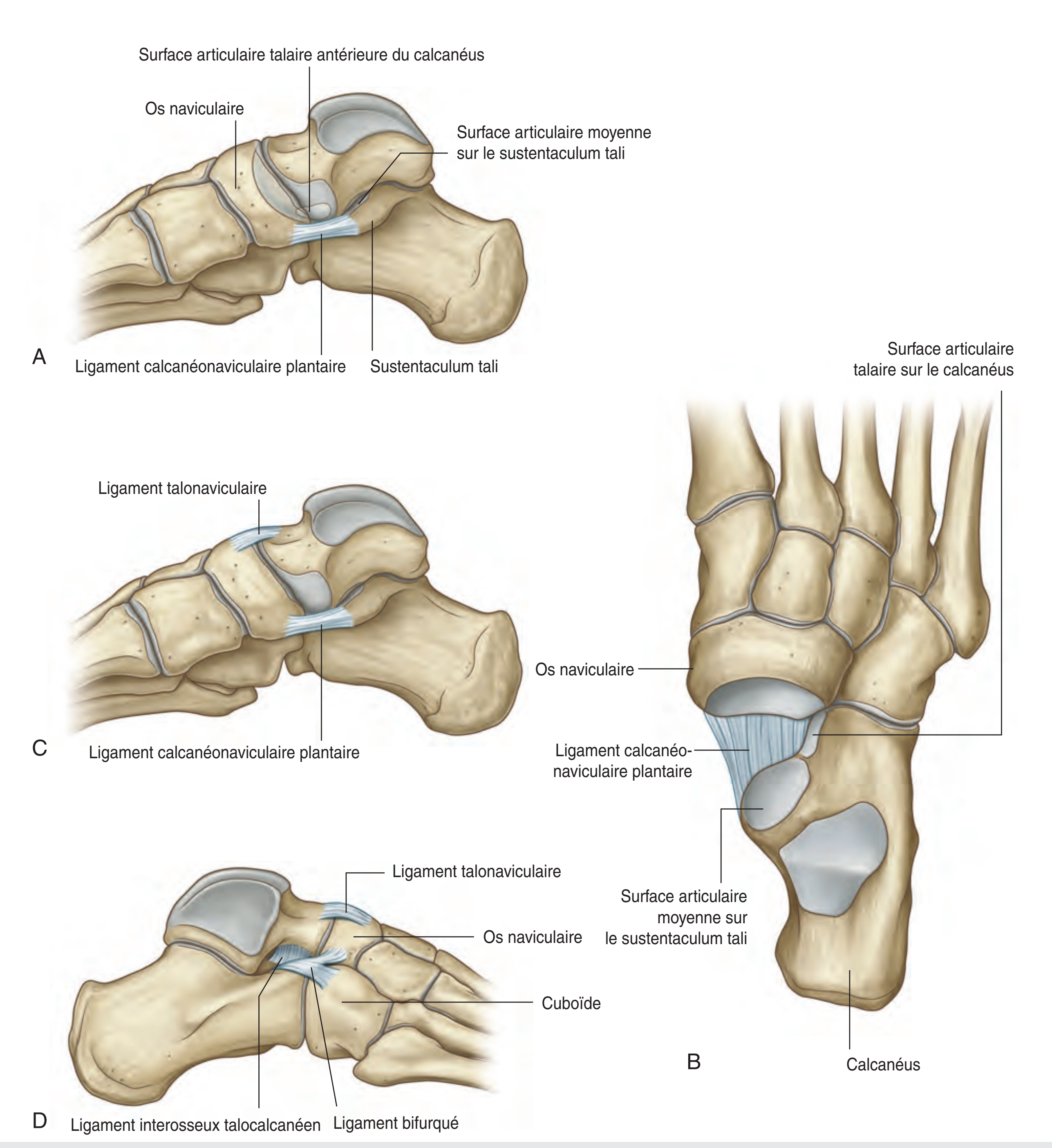


Figure 6.108 Articulation talocalcanéonaviculaire. **A.** Vue médiale, pied droit. **B.** Vue supérieure, pied droit, le talus enlevé. **C.** Ligaments, vue médiale, pied droit. **D.** Ligament, vue latérale, pied droit.

- en arrière, par le ligament interosseux talocalcanéen ;
- en haut, par le **ligament talonaviculaire**, qui unit le col du talus et la région voisine de l'os naviculaire ;
- en bas, par le ligament calcanéonaviculaire plantaire (fig. 6.108C,D).

La partie latérale de l'articulation talocalcanéonaviculaire est renforcée par la partie calcanéonaviculaire du **ligament bifurqué**, ligament en forme de Y supérieur à l'articulation. La base de ce ligament bifurqué est attachée à la partie antérieure de la surface supérieure du calcanéus, et ses bras se fixent :

- à la face dorsomédiale du cuboïde (**ligament calcanéocuboïdien**) ;
- à la partie dorsolatérale de l'os naviculaire (**ligament calcanéonaviculaire**).

Le ligament calcanéonaviculaire plantaire est un ligament large et épais qui comble l'espace entre le sustentaculum tali en arrière et l'os naviculaire en avant (fig. 6.108B,C). Il soutient la tête du talus et prend part à l'articulation talocalcanéonaviculaire. De plus, il participe à la solidité de l'arche médiale du pied.

Articulation calcanéocuboïdienne

L'**articulation calcanéocuboïdienne** est une articulation synoviale entre :

- la facette articulaire de la face antérieure du calcanéus ;
- la facette correspondante de la face postérieure du cuboïde.

L'articulation calcanéocuboïdienne permet des mouvements de glissement et de rotation intervenant dans l'inversion et l'éversion du pied, et contribuant aussi à la pronation et à la supination de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied.

Ligaments

L'articulation calcanéocuboïdienne est renforcée par le ligament bifurqué (voir ci-dessus), par le long ligament plantaire et le ligament calcanéocuboïdien plantaire (court ligament plantaire).

Le **ligament calcanéocuboïdien plantaire** (ou **court ligament plantaire**) est court, large et très solide. Il est étendu du tubercule calcanéen antérieur à la face inférieure du cuboïde (fig. 6.109A). Il unit non seulement l'articulation calcanéocuboïdienne mais aide aussi le long ligament plantaire à résister à la pression qui s'exerce sur l'arche latérale du pied.

Le **long ligament plantaire** est le plus long ligament de la plante du pied. Il siège à la face inférieure du ligament calcanéocuboïdien (fig. 6.109B) :

- en arrière, il est attaché à la face inférieure du calcanéus, entre la tubérosité et le tubercule antérieur ;
- en avant, il est amarré à une large crête et à un tubercule à la face inférieure du cuboïde, en arrière du sillon du tendon du long fibulaire.

Les fibres les plus superficielles du long ligament plantaire s'étendent jusqu'aux bases des métatarsiens.

Le long ligament plantaire renforce l'articulation calcanéocuboïdienne et forme un ligament solide pour résister aux pressions qui s'exercent sur l'arc latéral du pied.

Articulations tarsométatarsiennes

Les **articulations tarsométatarsiennes** unissant les métatarsiens et les os du tarse sont des articulations planes qui permettent des mouvements limités de glissement (fig. 6.110).

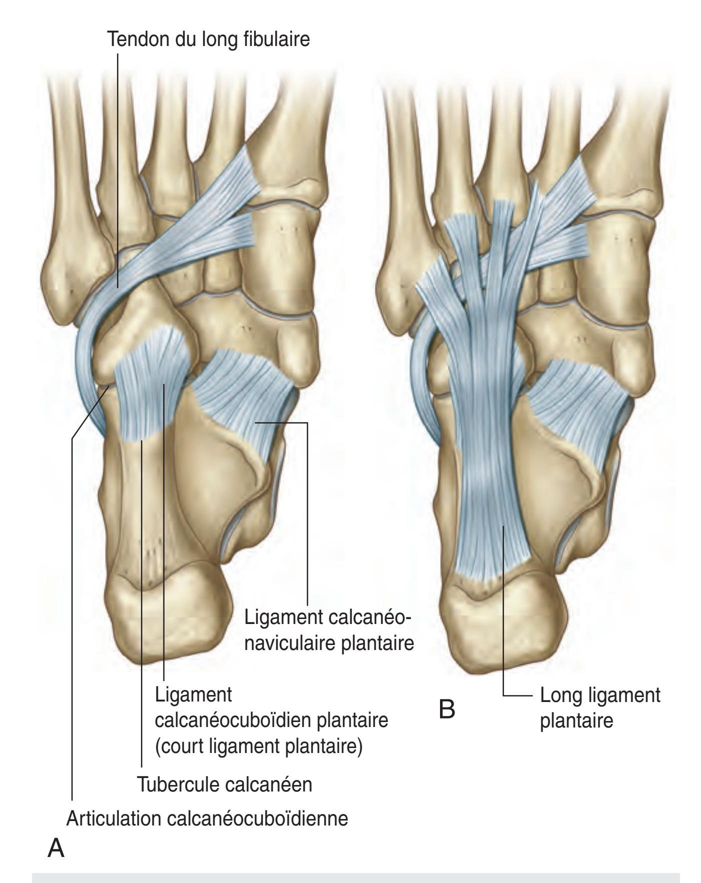


Figure 6.109 Ligaments plantaires. **A.** Ligament calcanéocuboïdien plantaire (court ligament plantaire). **B.** Long ligament plantaire.

Le degré de mobilité de l'articulation tarsométatarsienne entre le métatarsien de l'hallux et le cunéiforme médial est plus grand que celui des autres articulations tarsométatarsiennes, et il permet des mouvements de flexion, d'extension et de rotation. Les articulations tarsométarsiennes, avec l'articulation transverse du tarse, participent à la pronation et à la supination du pied.

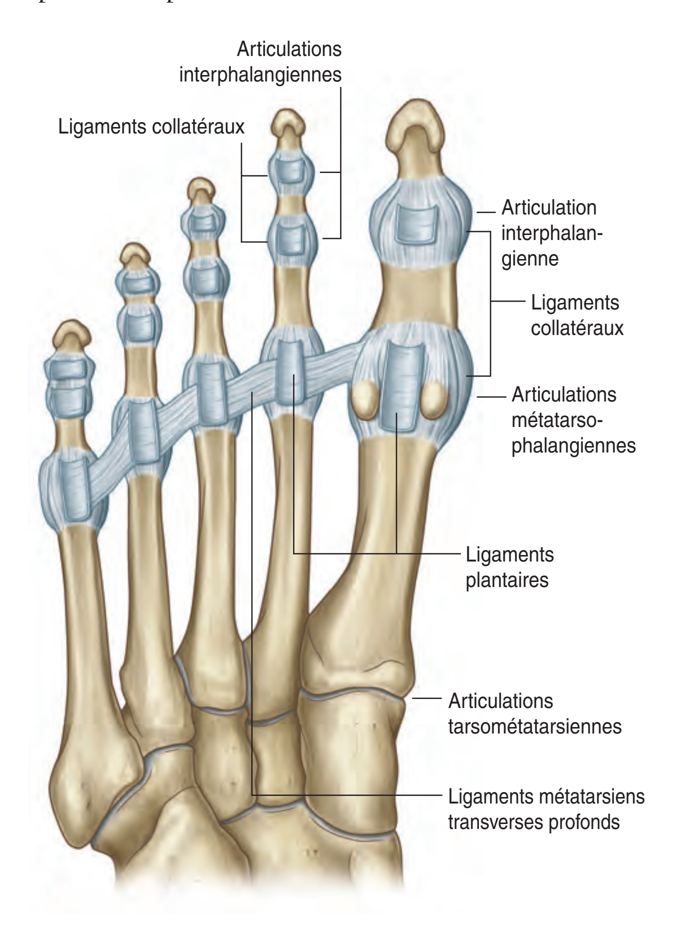


Figure 6.110 Articulations tarsométatarsiennes, métatarsophalangiennes et interphalangiennes, et les ligaments métatarsiens transverses profonds.

Articulations métatarsophalangiennes

Les **articulations métatarsophalangiennes** sont des articulations synoviales ellipsoïdales entre les têtes des métatarsiens en forme de sphère et les bases correspondantes des phalanges proximales des orteils.

Les articulations métatarsophalangiennes permettent l'extension et la flexion, et des mouvements limités d'abduction, d'adduction, de rotation et de circumduction.

Les capsules articulaires sont renforcées par des ligaments collatéraux médiaux et latéraux et par des ligaments plantaires qui présentent des sillons sur leur face inférieure pour le passage des tendons longs des orteils (fig. 6.110).

Ligaments métatarsiens transverses profonds

Quatre **ligaments métatarsiens transverses profonds** unissent les têtes des métatarsiens et permettent aux métatarsiens de se comporter comme une unité fonctionnelle unique (fig. 6.110). Les ligaments des articulations métatarsophalangiennes sont unis aux ligaments des articulations voisines.

Le métatarsien de l'hallux est orienté dans le même plan que les métatarsiens des autres orteils. Il est uni au métatarsien du 2e orteil par un ligament métatarsien transverse profond. L'articulation entre le 1er métatarsien et le cunéiforme médial a un degré de mobilité limité. L'hallux a donc une indépendance fonctionnelle réduite, à la différence du pouce de la main dont le métacarpien est orienté à 90° par rapport aux métacarpiens des autres doigts. Il n'y a pas de ligament métacarpien transverse profond entre les métacarpiens du pouce et de l'index, et l'articulation entre le carpe et le métacarpien permet un grand degré de mobilité du pouce.

En clinique

Hallux valgus

L'hallux valgus apparaît au niveau de la première articulation métatarsophalangienne. C'est une région très importante du pied parce que croisée par des tendons et des ligaments qui transmettent et distribuent le poids du corps pendant la marche. Des contraintes anormales dans cette région de l'articulation peuvent provoquer la survenue de l'hallux valgus (communément appelé oignon).

Cliniquement, l'hallux valgus est une protubérance de l'os et des parties molles au niveau de la face médiale de la première articulation métatarsophalangienne. L'aggravation se traduit par une déformation croissante de l'hallux qui tend à chevaucher les orteils voisins.

Cette déformation est fréquente chez les femmes et, d'une façon générale, tend à survenir chez les femmes qui utilisent des chaussures à talons hauts ou des chaussures pointues. L'ostéoporose et des facteurs héréditaires sont aussi des facteurs de risque.

Typiquement, les patients se plaignent de douleurs, de gonflement et d'inflammation. L'hallux valgus tend à s'aggraver et peut poser des problèmes de chaussage.

Le traitement initial consiste à utiliser des pansements pour réduire le contact avec la chaussure ou à modifier les chaussures. Les anti-inflammatoires sont peu efficaces. Certains patients doivent recourir à la chirurgie dont le but est le réalignement de l'hallux.

Articulations interphalangiennes

Les articulations interphalangiennes sont des articulations charnières qui permettent principalement la flexion et l'extension. Elles sont renforcées par des **ligaments collatéraux** médiaux et latéraux et par des **ligaments plantaires** (fig. 6.110).

Canal tarsien, rétinaculums et structures de la cheville

Le canal tarsien est situé sur le bord postéromédial de la cheville. Il est constitué par :

- une dépression formée par la malléole médiale du tibia, les faces médiale et postérieure du talus, la face médiale du calcanéus et la face inférieure du sustentaculum tali du calcanéus ;
- le rétinaculum des fléchisseurs en rideau fermant le tunnel (fig. 6.111).

Rétinaculum des fléchisseurs

Le rétinaculum des fléchisseurs est une large bande de tissu conjonctif semblable à une sangle qui s'étend sur la cavité formée par la malléole médiale, les faces médiale et postérieure du talus, la face médiale du calcanéus et la face inférieure du sustentaculum tali (fig. 6.111). Il s'attache en haut à la malléole médiale et en bas et en arrière au bord inféromédial du calcanéus.

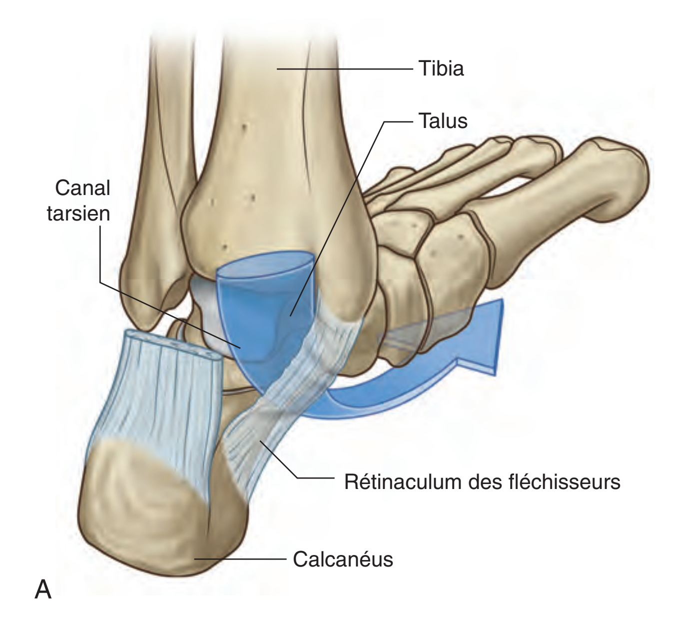
Le rétinaculum se prolonge en haut avec le fascia profond de la jambe et, plus bas, est en continuité avec le fascia profond du pied (aponévrose plantaire).

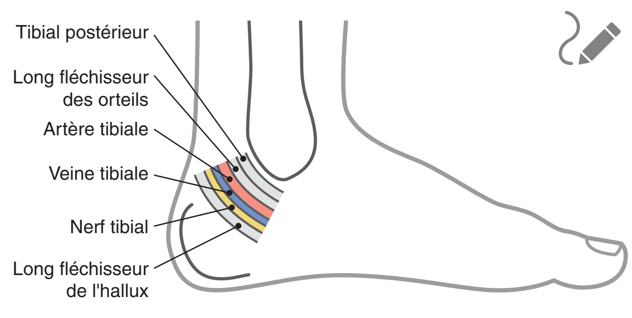
Des cloisons à partir du rétinaculum divisent la cavité en gouttières ostéofibreuses pour le passage des tendons des muscles fléchisseurs venant du compartiment postérieur de la jambe et destinés à la plante du pied (fig. 6.111). Le libre passage des tendons dans les canaux est facilité par les gaines synoviales qui entourent les tendons.

Deux compartiments à la face postérieure de la malléole médiale sont destinés aux tendons du muscle tibial postérieur et du muscle long fléchisseur des orteils. Le tendon du tibial postérieur est en dedans du tendon du long fléchisseur des orteils.

L'artère tibiale postérieure avec ses veines satellites et le nerf tibial traversent le canal tarsien pour rejoindre la plante du pied. Ils sont situés immédiatement en dehors des tendons du muscle tibial postérieur et du long fléchisseur des orteils. Le pouls de l'artère tibiale postérieure peut être perçu à travers le rétinaculum à mi-chemin entre la malléole médiale et le calcanéus.

Le tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux est situé en dehors du nerf tibial, et passe dans un compartiment à la face postérieure du talus et à la face inférieure du sustentaculum tali.





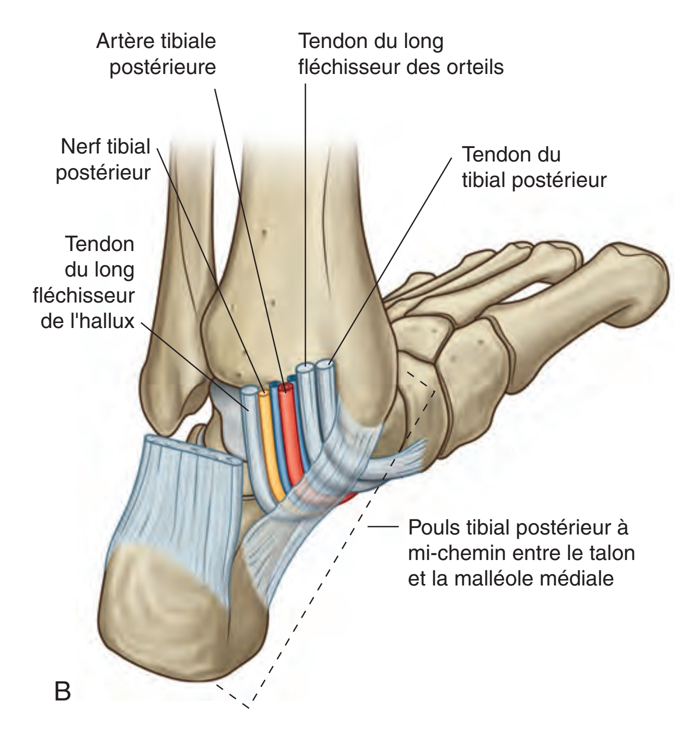


Figure 6.111 Canal tarsien et rétinaculum des fléchisseurs. Vues postéromédiales. **A.** Os. **B.** Canal tarsien et rétinaculum des fléchisseurs.

Rétinaculum des extenseurs

Deux rétinaculums croisent les tendons des muscles extenseurs au niveau de la cheville et empêchent que les tendons prennent la corde de l'arc au cours de la flexion dorsale (extension) du pied et de l'extension des orteils (fig. 6.112).

- Le **rétinaculum supérieur des extenseurs** est un épaississement du fascia profond de la jambe juste au-dessus de la cheville tendue du bord antérieur de la fibula au bord antérieur du tibia.
- Le **rétinaculum inférieur** a une forme en Y, attaché par sa base au bord latéral de la face supérieure du calcanéus. Il se dirige médialement et s'attache par son bras supérieur au bord antérieur de la malléole médiale, et par son bras inférieur au bord médial de l'aponévrose plantaire.

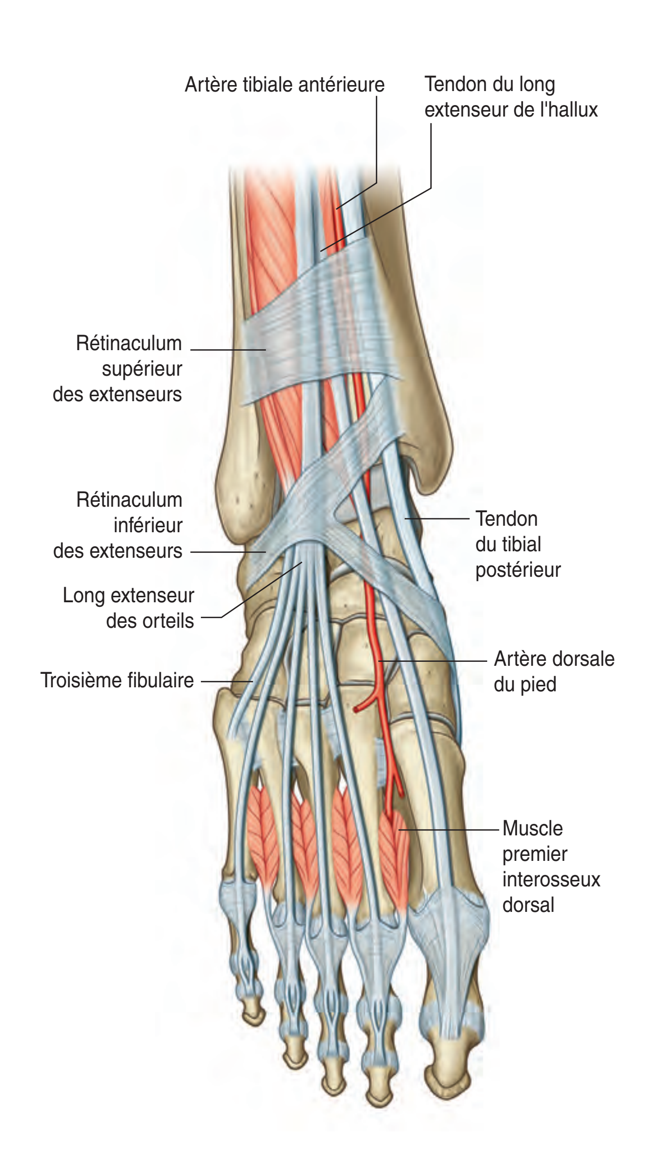


Figure 6.112 Rétinaculums des tendons extenseurs.

Les tendons extenseurs des orteils et le tendon court fibulaire passent dans un compartiment latéral du rétinaculum du pied proximal. En dedans de ces tendons, on note les passages de l'artère dorsale du pied (branche terminale de l'artère tibiale antérieure), des tendons du long extenseur de l'hallux et du muscle tibial antérieur. Finalement, le tendon du muscle tibial antérieur passe sous les rétinaculums des extenseurs.

Rétinaculums fibulaires

Les rétinaculums fibulaires maintiennent les tendons des muscles long et court fibulaires à la face latérale du pied (fig. 6.113) :

- le **rétinaculum fibulaire supérieur** s'étend du bord de la malléole latérale à la face latérale du calcanéus ;
- le **rétinaculum fibulaire inférieur** s'attache sur la face latérale du calcanéus, autour de la trochlée fibulaire, et mêle ses fibres à celles du rétinaculum des extenseurs.

Au niveau de la trochlée fibulaire, un septum sépare le compartiment en deux. Le compartiment supérieur est occupé par le tendon du court fibulaire, l'inférieur par le tendon du long fibulaire.

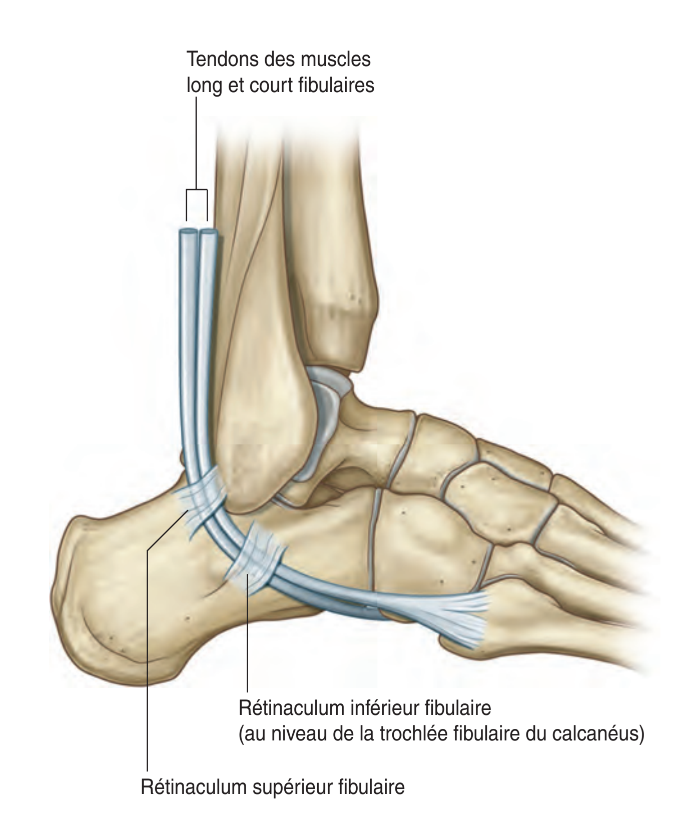


Figure 6.113 Rétinaculum des muscles fibulaires. Vue de profil, pied droit.



Arches du pied

Les os du pied ne reposent pas sur un plan horizontal. Ils forment une arche longitudinale et une arche transversale par rapport au sol (fig. 6.114). Ces arches absorbent et distribuent les contraintes du poids du corps pendant la station debout et la marche en terrain inégal.

Arche longitudinale

L'arche longitudinale du pied va de l'extrémité postérieure du calcanéus jusqu'aux têtes des métatarsiens (fig. 6.114A). L'arche est plus élevée sur le bord médial du pied, où elle forme la partie médiale de l'arche, et est à peine visible sur le bord latéral, où elle forme la partie latérale de l'arche longitudinale.

Arche transversale

L'arche transversale du pied est au plus haut dans un plan frontal passant au niveau de la tête du talus. Plus en avant, l'arche transversale diminue de hauteur et disparaît près des têtes des métatarsiens solidarisés par le ligament métatarsien transverse profond (fig. 6.114B).

Ligament et support musculaire

Des ligaments et des muscles assurent le maintien des arches du pied (fig. 6.115) :

- les ligaments qui maintiennent les arches sont le ligament calcanéonaviculaire, le ligament calcanéocuboïdien plantaire, le long ligament plantaire et l'aponévrose plantaire ;
- les muscles qui assurent un support dynamique aux arches durant la marche sont les muscles tibial antérieur, tibial postérieur et long fibulaire.

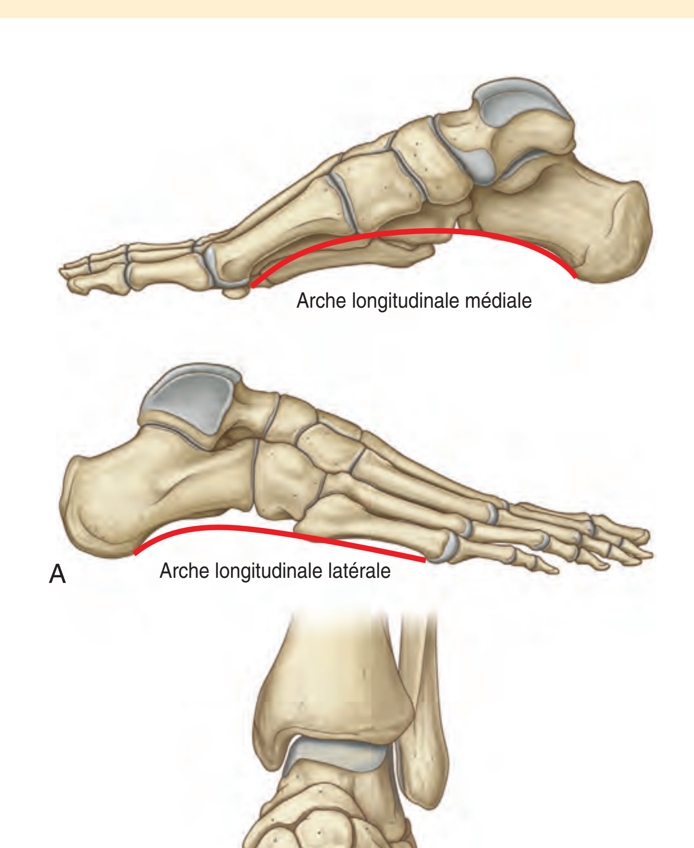


Figure 6.114 Arches du pied. **A.** Arches longitudinales, pied droit. **B.** Arche transversale, pied gauche.

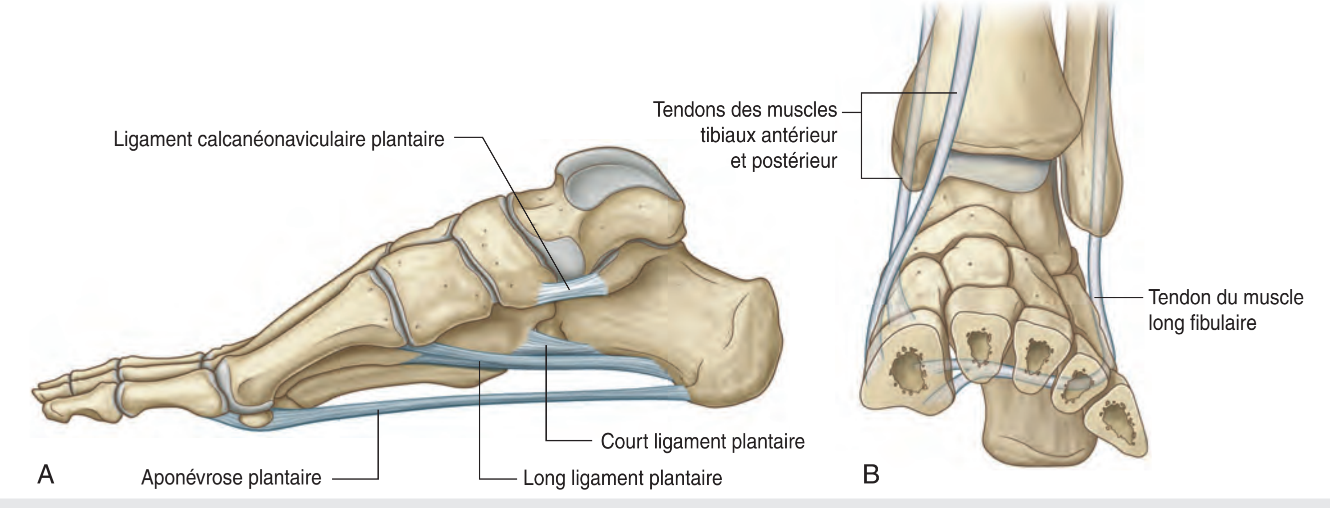


Figure 6.115 Soutiens des arches du pied. **A.** Ligaments. Vue médiale, pied droit. **B.** Coupe à travers le pied pour montrer les tendons des muscles qui maintiennent les arches du pied.

Aponévrose plantaire

L'aponévrose plantaire est un épaississement du fascia profond à la plante du pied (fig. 6.116). L'aponévrose est solidement attachée au processus médial de la tubérosité du calcanéus et s'étend en avant comme une bande épaisse de fibres conjonctives disposées longitudinalement. Les fibres divergent plus en avant et forment des bandes fibreuses digitales qui rejoignent les orteils et se terminent sur les os, les ligaments et le derme de la peau.

En avant des articulations métatarsophalangiennes, les bandes digitales de l'aponévrose plantaire sont unies par des fibres transversales qui forment les ligaments superficiels transverses métatarsiens.

L'aponévrose plantaire maintient l'arche longitudinale du pied et protège les structures de la plante.

Gaines fibreuses des orteils

Les tendons des muscles long fléchisseur des orteils, court fléchisseur des orteils et long fléchisseur de l'hallux pénètrent dans des gaines fibreuses ou tunnels à la face plantaire des orteils (fig. 6.117). Ces gaines fibreuses commencent en avant des articulations métatarsophalangiennes et s'étendent jusqu'à la phalange distale. Elles sont formées par des fibres en arceau et des fibres croisées attachées aux bords de la phalange et aux ligaments plantaires connectés aux articulations métatarsophalangiennes et interphalangiennes.

Ces tunnels fibreux maintiennent les tendons sur leur plan osseux et empêchent les tendons de faire la corde de l'arc lors de la flexion. Dans chaque tunnel, les tendons sont entourés par une gaine synoviale.

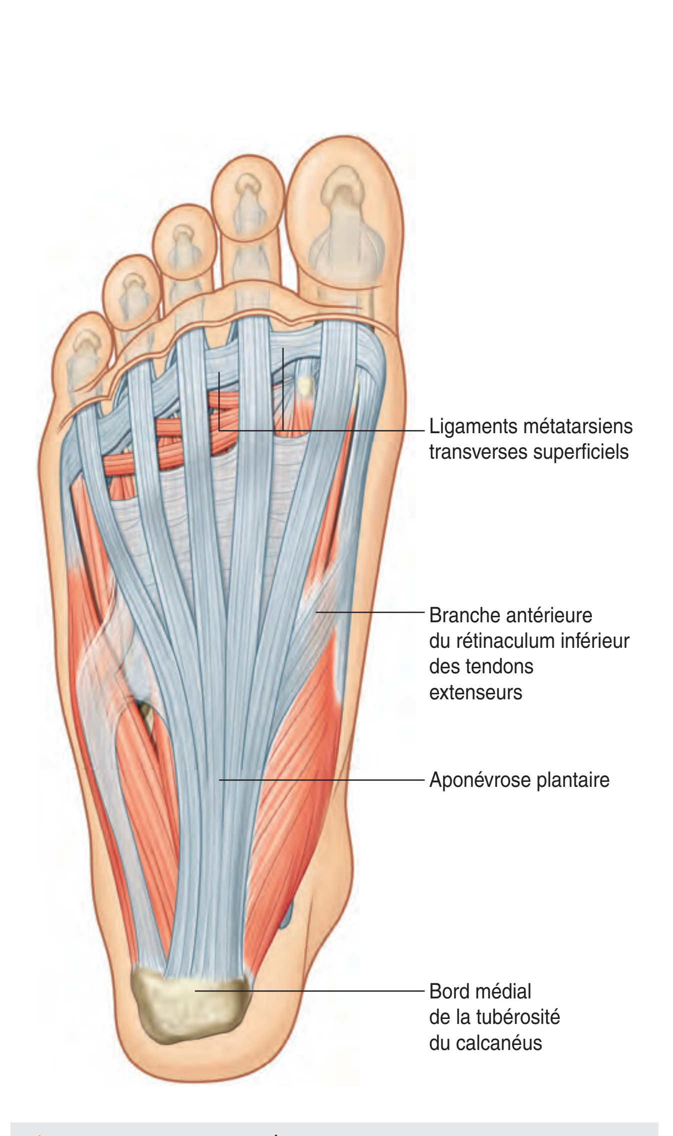


Figure 6.116 Aponévrose plantaire.

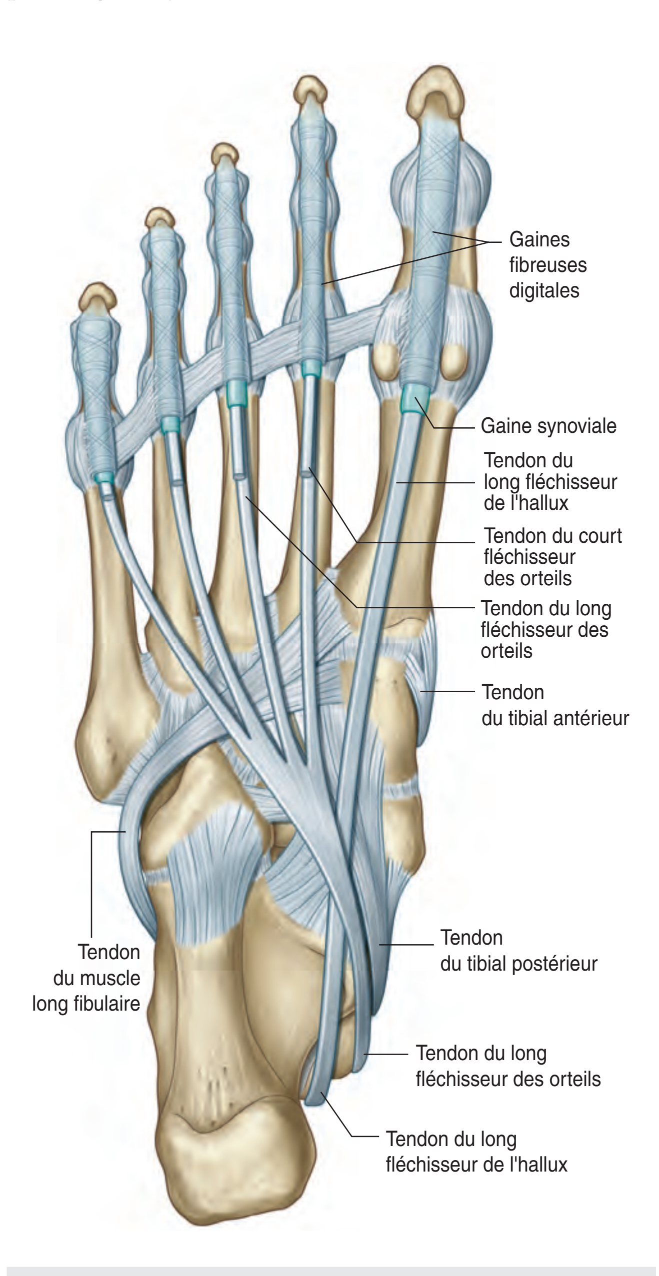


Figure 6.117 Gaines fibreuses digitales.



Sangle aponévrotique dorsale des extenseurs

Les tendons des extenseurs des orteils (long et court) et le tendon de l'extenseur de l'hallux à la face dorsale des orteils ont des expansions qui forment un complexe digital dorsal appelé sangle aponévrotique dorsale des extenseurs, ou dossière des interosseux (fig. 6.118).

Chaque sangle est triangulaire avec un sommet attaché à la phalange distale et une région centrale fixée à la phalange moyenne (2e à 5e orteils) ou proximale (1er orteil). Chaque coin du triangle enveloppe les côtés de l'articulation métatarsophalangienne. Les coins de la dossière s'attachent aux ligaments métatarsiens transverses profonds.

De nombreux muscles intrinsèques du pied s'insèrent sur les bords libres de la sangle. L'attache de ces muscles intrinsèques aux sangles des extenseurs permet d'assurer la flexion des articulations métatarsophalangiennes et, en même temps, l'extension des articulations interphalangiennes (fig. 6.118). La fonction de ces mouvements au pied est discutée, mais il semble qu'elle prévient l'hyperextension des métatarsophalangiennes et la flexion des interphalangiennes quand le talon décolle du sol et que les orteils agrippent le sol durant la marche.

Muscles intrinsèques

Les muscles intrinsèques naissent et s'insèrent au niveau du pied :

- le court extenseur des orteils et le court extenseur de l'hallux sont visibles sous la peau du dos du pied ;
- tous les autres muscles – interosseux dorsaux et plantaires, court fléchisseur du petit orteil, court fléchisseur de l'hallux, courts fléchisseurs des orteils, muscle carré plantaire (fléchisseur accessoire), abducteur du petit orteil, lombricaux – appartiennent à la plante du pied et sont répartis en quatre couches.

Les muscles intrinsèques modifient les actions des longs tendons et permettent des mouvements relativement indépendants des orteils.

Tous les muscles intrinsèques du pied sont innervés par les rameaux médial et latéral du nerf tibial, à l'exception de l'extenseur des orteils qui est innervé par le nerf fibulaire profond. Les deux premiers interosseux dorsaux peuvent aussi être partiellement innervés par le nerf fibulaire profond.

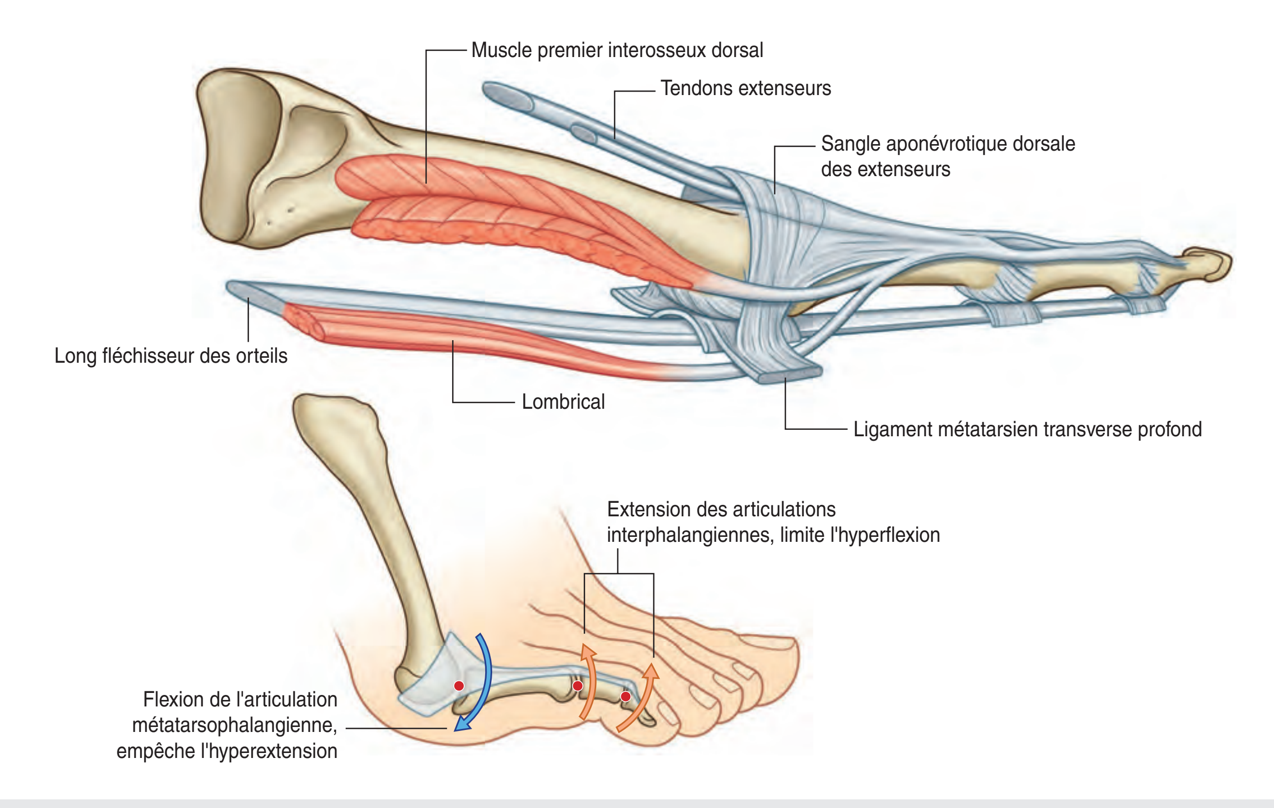


Figure 6.118 Sangle aponévrotique dorsale des extenseurs.

Sur le dos du pied

Court extenseur des orteils et court extenseur de l'hallux

Le **court extenseur des orteils** s'insère sur une surface rugueuse de la face supérolatérale du calcanéus en dehors du sinus du tarse (fig. 6.119 et tableau 6.10).

Le corps du muscle aplati se dirige en avant et en dedans sur le dos du pied, sous les tendons du long extenseur des orteils, et forme trois tendons destinés aux orteils II, III et IV. Les tendons rejoignent les bords latéraux des tendons du long extenseur des orteils.

Le court extenseur des orteils étend les trois orteils médians par leur insertion sur le bord externe des tendons du long extenseur et les coiffes des extenseurs. Il est innervé par le nerf fibulaire profond.

Le court extenseur de l'hallux est associé au court extenseur des orteils. Son tendon a pour insertion l'articulation métatarsophalangienne de l'hallux. Il est innervé par le nerf fibulaire profond.

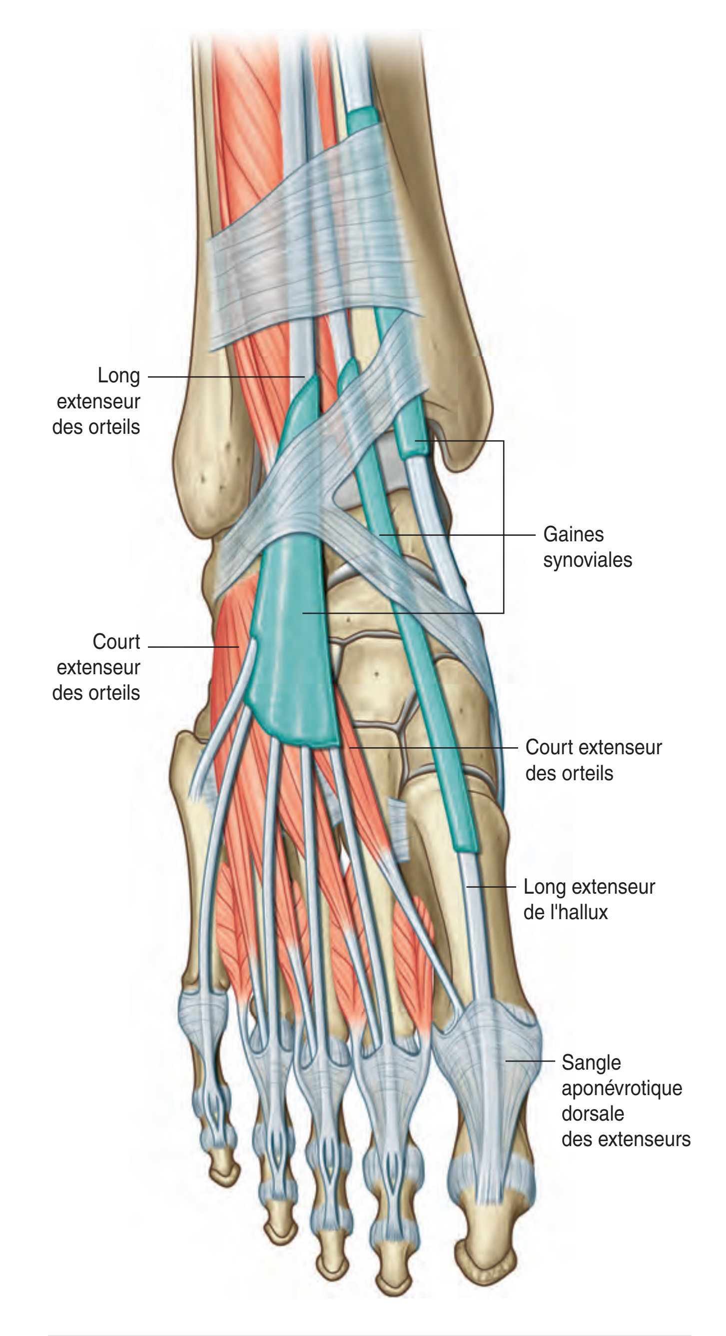


Figure 6.119 Muscle court extenseur des orteils.

À la plante du pied

Les muscles de la plante du pied sont disposés en quatre couches. De la superficie à la profondeur ou de la face plantaire à la face dorsale, on distingue les première, deuxième, troisième et quatrième couches.

Première couche

On distingue trois éléments constituant la première couche qui est la plus superficielle et est immédiatement sous l'aponévrose plantaire (fig. 6.120 et tableau 6.11). De dedans en dehors, on trouve le muscle abducteur de l'hallux, le muscle court fléchisseur des orteils et le muscle abducteur du petit orteil.

Abducteur de l'hallux

Le **muscle abducteur de l'hallux** forme le bord médial du pied et contribue au dessin des parties molles du bord médial de la plante (fig. 6.120). Il vient du processus médial de la

Tableau 6.10 Muscle de la face dorsale du dos du pied.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Court extenseur des orteils	Face supérolatérale du calcanéus	Bords latéraux des tendons longs extenseurs des orteils II à IV	Nerf fibulaire profond (**S1, S2**)	Extension des orteils II à IV
Court extenseur du gros orteil	Face supérolatérale du calcanéus	Base de la phalange proximale du gros orteil	Nerf fibulaire profond (**S1**, **S2**)	Extension de l'articulation métatarsophalangienne de l'hallux

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.



Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Abducteur de l'hallux	Processus médial de la tubérosité du calcanéus	Bord médial de la base de la phalange proximale de l'hallux	Nerf plantaire médial du nerf tibial (**S1, S2, S3**)	Abduction et flexion de l'hallux au niveau de l'articulation métatarsophalangienne
Court fléchisseur des orteils	Processus médial de la tubérosité du calcanéus et aponévrose plantaire	Bords de la face plantaire de la phalange moyenne des quatre orteils latéraux	Nerf plantaire médial du nerf tibial (**S1, S2, S3**)	Fléchissement des quatre orteils latéraux au niveau de l'articulation interphalangienne proximale
Abducteur du petit orteil	Processus médial et latéral de la tubérosité du calcanéus et bande de tissu fibreux unissant le calcanéus et la base du 5e métatarsien	Bord latéral de la base de la phalange proximale du petit orteil	Nerf plantaire latéral du nerf tibial (**S1, S2, S3**)	Abduction du petit orteil au niveau de l'articulation métatarsophalangienne

Tableau 6.11 Première couche musculaire de la plante du pied.

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

tubérosité du calcanéus et des bords latéraux du rétinaculum des fléchisseurs et de l'aponévrose plantaire. Il forme un tendon qui s'insère sur le bord médial de la base de la phalange proximale de l'hallux et sur le sésamoïde médial connecté avec le tendon du court fléchisseur de l'hallux.

L'abducteur de l'hallux écarte et fléchit l'hallux au niveau de l'articulation métatarsophalangienne. Il est innervé par le nerf plantaire médial, rameau du nerf tibial.

Court fléchisseur des orteils

Le **muscle court fléchisseur des orteils** est situé immédiatement au-dessus de l'aponévrose plantaire et au-dessous des tendons du long fléchisseur des orteils à la plante du pied (fig. 6.120). Il prend naissance sur le processus médial de la tubérosité du calcanéus et sur l'aponévrose plantaire voisine.

Le corps musculaire donne naissance à quatre tendons qui rejoignent les tendons des quatre orteils latéraux du long fléchisseur des orteils. Près de la base de la phalange proximale, chaque tendon se divise en deux languettes qui s'écartent pour laisser le passage au tendon du long fléchisseur des orteils et se rapprochent pour s'insérer sur la face plantaire de la phalange intermédiaire (tendon perforé du court fléchisseur des orteils et tendon perforant du long fléchisseur).

Le court fléchisseur des orteils fléchit les quatre orteils latéraux au niveau des articulations interphalangiennes proximales. Le muscle est innervé par le nerf plantaire médial, rameau du nerf tibial.

Abducteur du petit orteil

L'**abducteur du petit orteil** est situé sur le bord latéral du pied et contribue au relief du bord externe de la plante (fig. 6.120). Il a une large base d'origine, principalement sur les processus médial et latéral de la tubérosité du calcanéus ainsi que sur une bande fibreuse tendue du calcanéus à la base du 5e métatarsien.

L'abducteur du petit orteil donne un tendon qui chemine dans un sillon de la face plantaire de la base du 5e métatarsien et va s'attacher sur le bord latéral de la base de la phalange proximale du petit orteil.

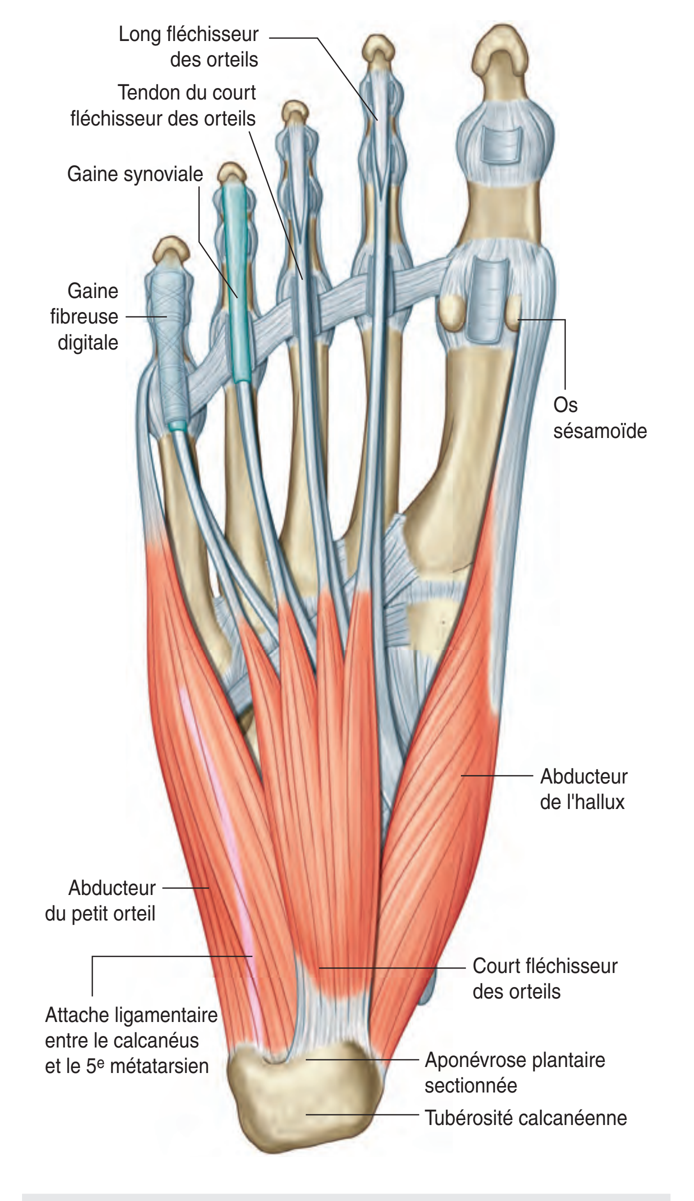


Figure 6.120 Première couche des muscles de la plante du pied.

Son action est l'abduction du petit orteil au niveau de l'articulation métatatarsophalangienne. Il est innervé par le rameau latéral du nerf tibial.

Deuxième couche

La deuxième couche des muscles plantaires est traversée par les tendons du muscle long fléchisseur des orteils. Cette couche comprend le muscle carré plantaire et quatre muscles lombricaux (fig. 6.121, tableau 6.12).

En clinique

Aponévrosite plantaire

L'aponévrose plantaire est une bande aplatie de tissu conjonctif qui soutient l'arche de la plante du pied. Elle s'étend de la tubérosité calcanéenne jusqu'à la base des orteils. L'hyperutilisation et l'étirement de l'aponévrose plantaire, comme dans l'excès de course à pied ou de position debout, et le surpoids peuvent provoquer des microruptures et la dégénérescence dans l'aponévrose au niveau du talon avec une désorganisation des fibres de collagène. Les patients présentent typiquement une douleur du talon légère à intense, avec un épaississement de l'aponévrose en imagerie (fig. 6.122). Celle-ci est en règle bien traitée par une physiothérapie intensive, mais peut nécessiter des traitements par injections radioguidées. Dans les cas sévères, la section du fascia pathologique peut être nécessaire.



Figure 6.122 Coupe IRM de l'arrière-pied d'un patient porteur d'une aponévrosite plantaire avec épaississement de l'aponévrose plantaire sur son insertion calcanéenne et épine calcanéenne.

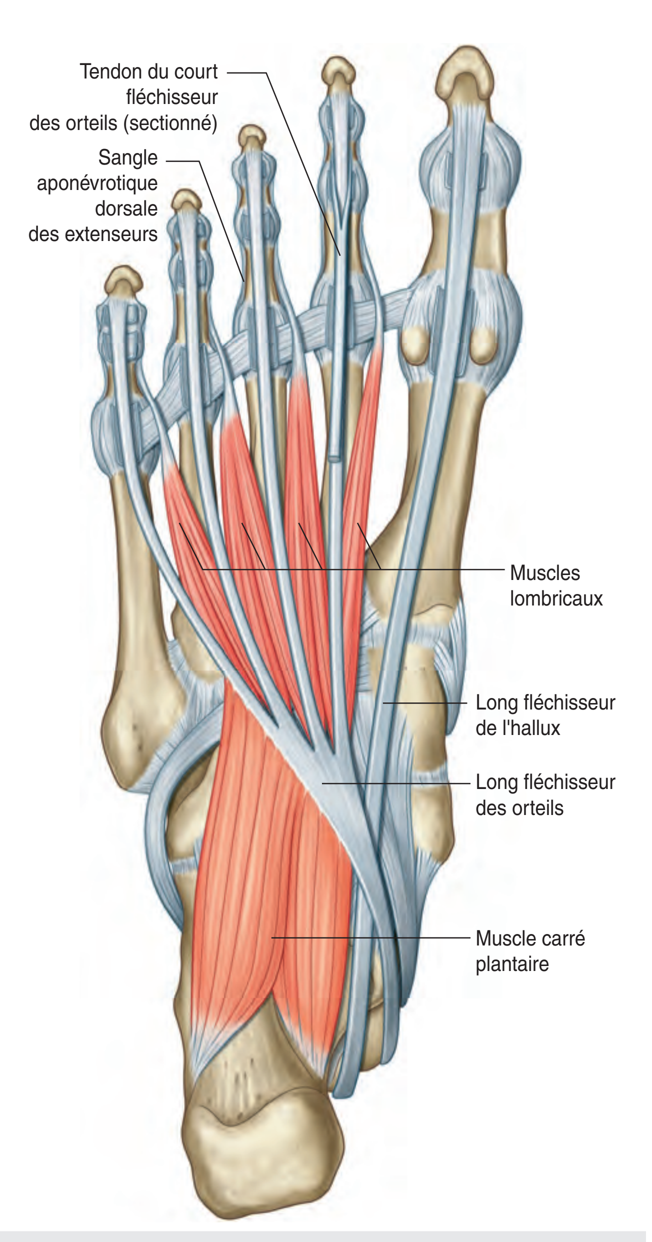


Figure 6.121 Deuxième couche des muscles de la plante du pied.

Muscle carré plantaire

Le **muscle carré plantaire** est un muscle plat quadrangulaire avec deux chefs d'insertion (fig. 6.121) :

- un des chefs naît de la face médiale du calcanéus sous le sustentaculum tali ;
- l'autre chef vient de la face inférieure du calcanéus en avant du processus latéral de la tubérosité et aussi du long ligament plantaire.

Le muscle carré plantaire s'insère sur le côté latéral du tendon du long fléchisseur des orteils dans la moitié proximale de la plante près de la division du tendon en quatre tendons.

Tableau 6.12 Deuxième couche musculaire de la plante du pied.				
Muscle	**Origine**	**Terminaison**	**Innervation**	**Fonction**
Carré plantaire	Face médiale du calcanéus et processus latéral de la tubérosité calcanéenne	Bord latéral du tendon du long fléchisseur des orteils à la partie proximale de la plante du pied	Nerf plantaire latéral du nerf tibial (**S1, S2, S3**)	Participe à la flexion des 2e, 3e, 4e et 5e orteils
Lombricaux	Premier lombrical : bord médial du tendon du long fléchisseur destiné au 2e orteil ; deuxième, troisième et quatrième lombricaux bipennés aux tendons longs fléchisseurs voisins	Extrémité médiale des sangles dorsales des extenseurs des 2e, 3e, 4e et 5e orteils	Premier lombrical : nerf plantaire médial venu du nerf tibial ; deuxième, troisième et quatrième lombricaux : nerf plantaire latéral venu du nerf tibial (**S2, S3**)	Flexion des articulations métatarsophalangiennes et extension des articulations interphalangiennes proximales et distales des orteils

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Le carré plantaire participe à la flexion des orteils en fléchissant les orteils et ajuste la ligne de traction du tendon long fléchisseur pénétrant dans la plante en venant du côté médial. Le muscle est innervé par le nerf plantaire interne.

Muscles lombricaux

Les **muscles lombricaux** sont au nombre de quatre. Ils sont fuselés et s'insèrent sur les tendons du long fléchisseur des orteils puis passent dorsalement pour se fixer sur les bords médiaux libres des sangles dorsales triangulaires des extenseurs sur les quatre orteils latéraux (fig. 6.121).

Le premier lombrical naît du bord médial du tendon du long fléchisseur des orteils destiné au 2e orteil, les trois autres bipennés naissent sur les bords des deux tendons fléchisseurs voisins.

Les muscles lombricaux agissent par l'intermédiaire de la sangle dorsale des extenseurs pour empêcher une extension excessive des articulations métatarsophalangiennes quand le talon se soulève du sol lors de la marche.

Le premier lombrical est innervé par le nerf plantaire médial et les trois autres par le nerf plantaire latéral.

Troisième couche

La troisième couche de la plante du pied comprend trois muscles (fig. 6.123 et tableau 6.13) :

- deux muscles sont destinés à l'hallux : le court fléchisseur de l'hallux et le muscle adducteur de l'hallux ;
- le troisième est le muscle fléchisseur du petit orteil.

Muscle court fléchisseur de l'hallux

Le **muscle court fléchisseur de l'hallux** a deux chefs d'insertion (fig. 6.123) :

- un **chef latéral** vient de la face plantaire du cuboïde derrière le sillon du tendon long fibulaire et à la surface osseuse voisine du cunéiforme latéral ;
- un **chef médial** vient du tendon du muscle tibial postérieur quand il pénètre dans la plante du pied.

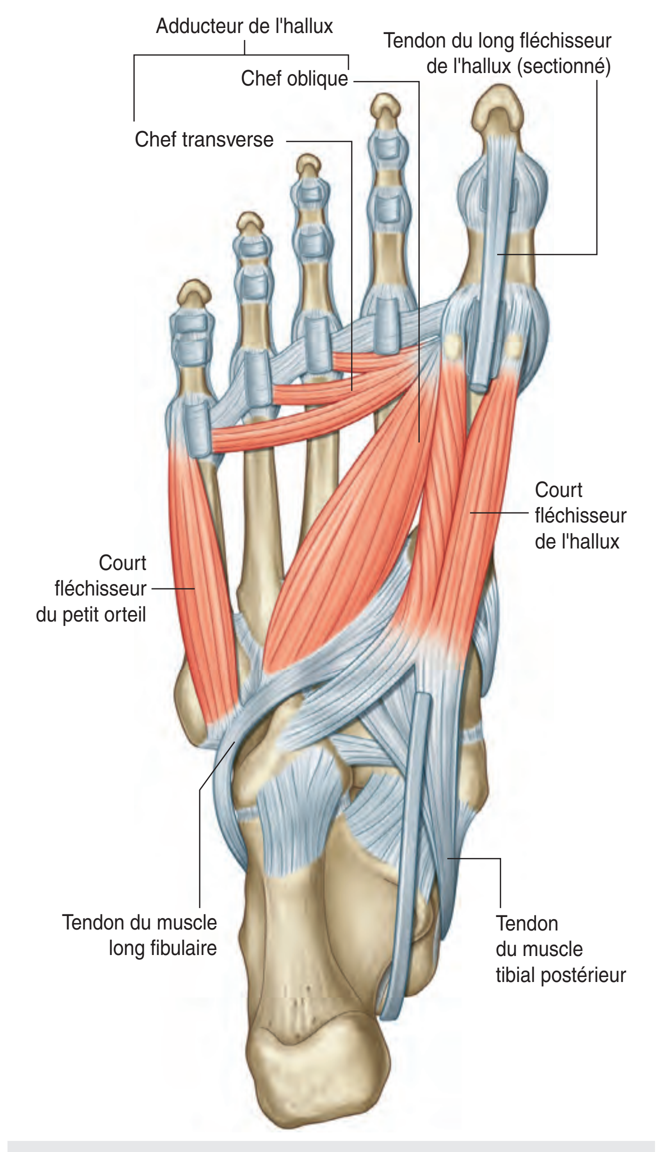


Figure 6.123 Troisième couche des muscles de la plante du pied.

Tableau 6.13 Troisième couche musculaire de la plante du pied.

Muscles	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Court fléchisseur de l'hallux	Face plantaire du cuboïde et cunéiforme latéral ; tendon du tibial postérieur	Côtés latéral et médial de la base de la phalange proximale de l'hallux	Nerf plantaire médial venu du nerf tibial (**S1**, S2)	Flexion de l'articulation métatarsophalangienne de l'hallux
Adducteur de l'hallux	Chef transverse : ligaments plantaires des articulations métatarsophalangiennes trois derniers orteils ; des chef oblique : bases des 2e, 3e et 4e métatarsiens et gaine fibreuse du tendon long fibulaire	Côté latéral de la base de la phalange proximale de l'hallux	Nerf plantaire latéral venu du nerf tibial (**S2, S3**)	Adduction de l'hallux au niveau de l'articulation métatarsophalangienne
Court fléchisseur du petit orteil	Base du 5e métatarsien et gaine du tendon du long fibulaire	Côté latéral de la base de la phalange proximale du petit orteil	Nerf plantaire latéral venu du nerf tibial (**S2, S3**)	Flexion du petit orteil au niveau de l'articulation métatarsophalangienne

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Les deux chefs se réunissent en un seul corps musculaire qui, lui-même, va se diviser en deux parties médiale et latérale au contact de la face plantaire du 1er métatarsien. Chaque partie du muscle donne un tendon qui se fixe soit au bord latéral, soit au bord médial de la base de la phalange proximale de l'hallux.

Un os sésamoïde est habituellement présent dans chaque tendon au croisement avec la face plantaire de la tête métatarsienne. Le tendon du long fléchisseur de l'hallux passe entre les deux sésamoïdes (tendon perforant, la structure du court fléchisseur étant celle d'un tendon perforé).

Le court fléchisseur de l'hallux fléchit l'articulation métatarsophalangienne. Il est innervé par le nerf plantaire médial.

Muscle adducteur de l'hallux

Le **muscle adducteur de l'hallux** a deux chefs musculaires d'origine qui se rejoignent près de leur extrémité pour se fixer sur le bord latéral de la base de la phalange proximale de l'hallux (fig. 6.123) :

- le **chef transverse** naît des ligaments plantaires de la capsule articulaire des articulations métatarsophalangiennes des trois orteils latéraux et du ligament transverse profond. Le muscle croise la plante du pied transversalement de dehors en dedans et rejoint le chef oblique près de la base de l'hallux ;
- le **chef oblique** est plus important que le chef transverse. Il naît des faces plantaires des bases des 3e et 4e métatarsiens et de la gaine fibreuse du tendon du muscle long fibulaire. Ce chef passe à travers la plante, se dirigeant en avant et en dedans, et rejoint le chef transverse.

Le tendon d'insertion de l'adducteur de l'hallux se fixe au sésamoïde latéral et aussi à la phalange proximale.

L'adducteur de l'hallux porte en adduction l'hallux au niveau de l'articulation métatarsophalangienne. Il est innervé par le nerf plantaire latéral.

Muscle court fléchisseur du petit orteil

Le **muscle court fléchisseur du petit orteil** naît de la face plantaire de la base du 5e métatarsien et de la gaine fibreuse voisine du tendon long fibulaire (fig. 6.123). Il s'insère sur le bord latéral de la phalange proximale du petit orteil.

Le muscle fléchit le petit orteil au niveau de l'articulation métatarsophalangienne. Il est innervé par le nerf plantaire latéral.

Quatrième couche

Deux groupes de muscles occupent la couche la plus profonde de la plante du pied : les interosseux plantaires et dorsaux (fig. 6.124 et tableau 6.14).

Interosseux dorsaux

Les quatre **interosseux dorsaux** sont les muscles les plus profonds de la plante du pied. Ils assurent l'abduction des 2e, 3e et 4e orteils par rapport à l'axe du pied qui passe par le 2e orteil (fig. 6.124). Les quatre muscles sont bipennés et s'insèrent sur les faces des métatarsiens voisins.

Les tendons des interosseux dorsaux se fixent au bord libre des sangles dorsales des extenseurs et à la base des phalanges proximales des orteils.

Le 2e orteil peut être attiré en abduction ou en adduction de chaque côté de son axe, car il a deux interosseux dorsaux, un pour chaque côté. Les 3e et 4e orteils ont un interosseux dorsal sur leur bord latéral seulement. L'hallux et le petit orteil ont leur propre abducteur (abducteur de l'hallux et abducteur du petit orteil) dans la première couche des muscles de la plante du pied.

En plus de l'abduction, les interosseux dorsaux, grâce à leurs sangles dorsales des extenseurs, peuvent s'opposer à l'extension des articulations métatarsophalangiennes et fléchir les articulations interphalangiennes.

Les muscles interosseux sont innervés par le nerf plantaire.

Interosseux plantaires

Les trois muscles **interosseux plantaires** portent en adduction le 3e, le 4e et le 5e orteil vers l'axe du pied qui est dans le prolongement du 2e orteil (fig. 6.124).

Chaque muscle interosseux plantaire naît du bord médial du métacarpien correspondant et s'insère sur le bord libre de la sangle dorsale des extenseurs et à la base de la phalange proximale.

L'hallux a son propre adducteur (muscle adducteur de l'hallux) dans la troisième couche des muscles de la plante du pied. Le 2e orteil est porté en adduction vers son axe longitudinal par son interosseux dorsal.



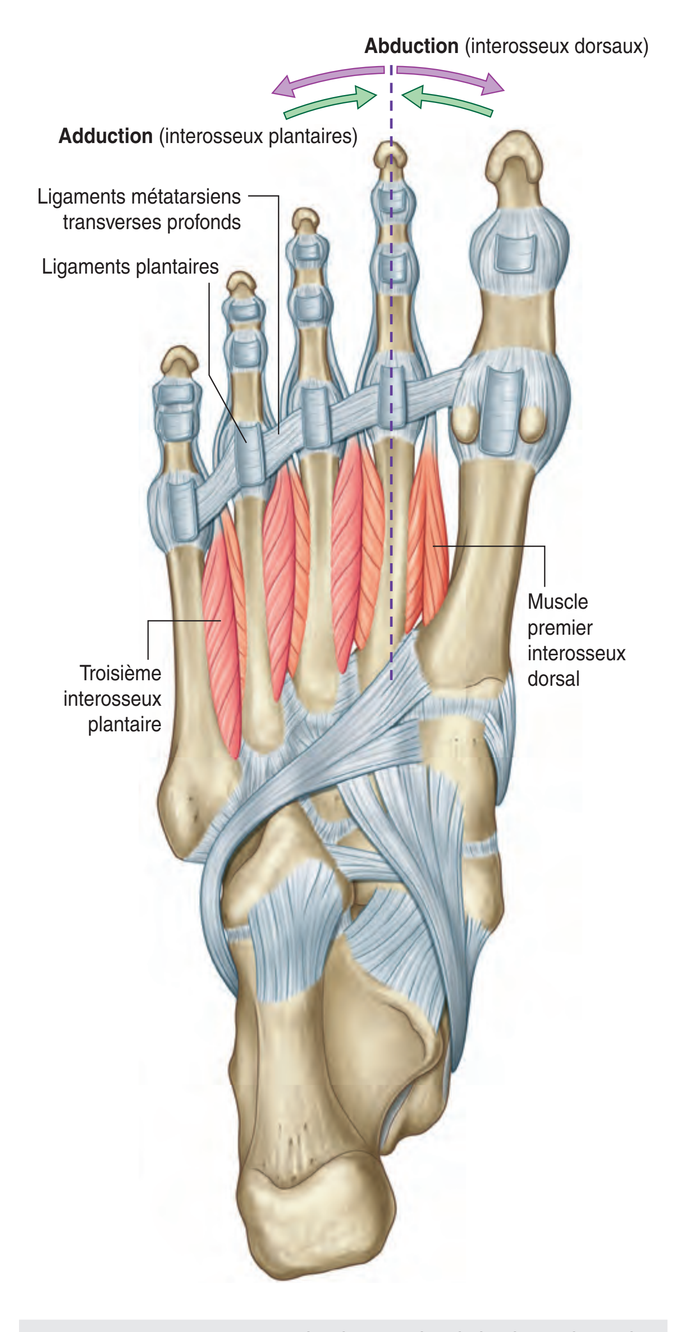


Figure 6.124 Quatrième couche des muscles de la plante du pied.

En plus de leur fonction d'adducteur, les interosseux plantaires agissent sur les orteils par leur insertion sur les sangles dorsales des extenseurs des orteils. Ils s'opposent à l'hyperextension des articulations métatarsophalangiennes et fléchissent les articulations interphalangiennes. Ils sont tous innervés par le nerf plantaire latéral.

Artères

La vascularisation du pied est assurée par les branches de l'artère tibiale postérieure et de l'artère dorsale du pied.

L'artère tibiale postérieure pénètre dans la plante du pied et se divise en deux branches médiale et latérale. L'artère plantaire latérale rejoint la terminaison de l'artère dorsale du pied (artère plantaire profonde) pour former l'arcade plantaire profonde. Les branches de cette arcade artérielle vascularisent les orteils.

L'artère dorsale du pied, continuation de l'artère tibiale antérieure, chemine sur le dos du pied. L'artère passe entre les 1er et 2e métatarsiens pour pénétrer dans la plante du pied et devenir l'artère plantaire profonde.

Artère tibiale postérieure et arcade plantaire

L'artère tibiale postérieure pénètre dans le pied en passant dans le canal tarsien sur le bord médial de la cheville, en arrière de la malléole médiale. Le pouls de l'artère tibiale postérieure peut être perçu à la palpation à mi-chemin entre la malléole médiale et le talon car, à ce niveau, l'artère est seulement recouverte par un rétinaculum peu épais de tissu conjonctif et la peau. Un peu plus loin, l'artère se divise en une petite artère plantaire médiale et une importante artère latérale.

Artère plantaire latérale

L'**artère plantaire latérale** passe en avant et en dehors dans la plante du pied. Elle croise d'abord le chef proximal de l'abducteur de l'hallux, puis passe entre le muscle carré plantaire et le muscle court fléchisseur des orteils

Tableau 6.14 Quatrième couche musculaire de la plante du pied.

Muscle	Origine	Insertion	Terminaison	Fonction
Interosseux dorsaux	Faces latérales des métatarsiens voisins	Sangles dorsales des extenseurs et bases des phalanges proximales des 2e, 3e et 4e orteils	Nerf plantaire latéral venu du nerf tibial ; premier et deuxième muscles interosseux également innervés par le nerf fibulaire profond (**S2**, **S3**)	Abduction des 2e, 3e et 4e orteils au niveau des articulations métatarsophalangiennes et flexion des articulations interphalangiennes
Interosseux plantaires	Faces médiales des 3e, 4e et 5e métatarsiens	Sangles dorsales des extenseurs et bases des phalanges proximales des 3e, 4e et 5e orteils	Nerf plantaire latéral venu du nerf tibial (**S2**, **S3**)	Adduction des 3e, 4e et 5e orteils au niveau des articulations métatarsophalangiennes et participent à la flexion des articulations interphalangiennes

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

(fig. 6.125). Elle atteint la base du 5e métatarsien où elle repose dans un sillon entre le muscle court fléchisseur des orteils et le muscle abducteur du petit orteil. À partir de là, l'artère plantaire latérale s'incurve en dedans pour former l'**arcade plantaire profonde** qui croise le plan profond de la plante au niveau des bases des métatarsiens et des muscles interosseux.

Entre les bases des 1er et 2e métatarsiens, l'arcade plantaire profonde s'anastomose avec la branche terminale de l'artère dorsale du pied (artère plantaire profonde), qui pénètre dans la plante venant du dos du pied.

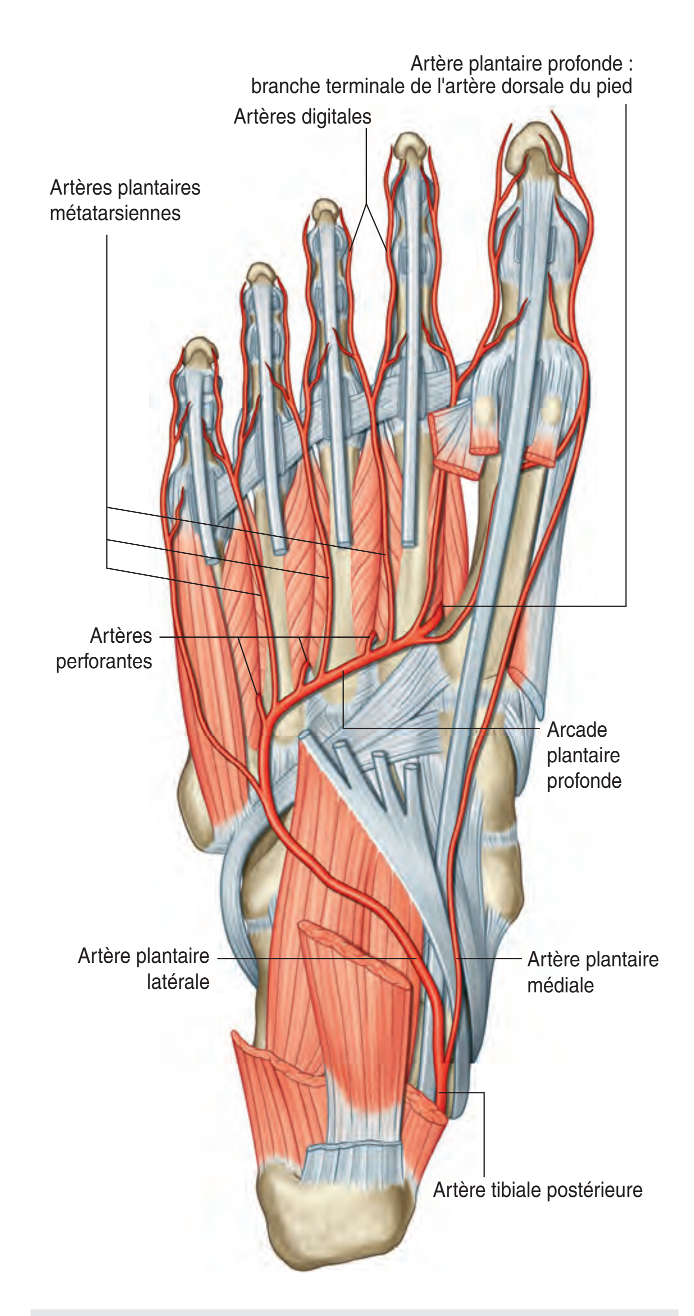


Figure 6.125 Artères de la plante du pied.

Les principales branches de l'arcade plantaire profonde sont :

- une artère digitale destinée au bord latéral du petit orteil ;
- quatre artères plantaires métatarsiennes qui cheminent dans les espaces interosseux. Chacune se divise en deux artères digitales plantaires et donne l'artère digitale médiale de l'hallux ;
- trois artères perforantes qui passent entre les bases des 2e, 3e, 4e et 5e métatarsiens pour s'anastomoser aux vaisseaux de la face dorsale du pied.

Artère plantaire médiale

L'**artère plantaire médiale** pénètre dans la plante du pied en passant à la face profonde de l'extrémité proximale du muscle abducteur de l'hallux (fig. 6.125). Elle fournit une branche profonde pour le muscle adjacent, puis se porte en avant dans le sillon entre les muscles abducteurs de l'hallux et court fléchisseur des orteils. Elle se termine en rejoignant la branche digitale de l'arcade plantaire profonde, qui vascularise le bord médial de l'hallux.

Près de la base du 1er métatarsien, l'artère médiale plantaire donne une branche superficielle qui se divise en trois rameaux cheminant superficiellement par rapport au court fléchisseur des orteils. Ils rejoignent les artères plantaires métatarsiennes venues de l'arcade plantaire profonde.

Artère dorsale du pied

L'**artère dorsale du pied** est la continuation de l'artère tibiale antérieure. Elle commence lorsque l'artère tibiale antérieure croise l'articulation de la cheville (fig. 6.119). L'artère se dirige antérieurement sur le dos du pied, croisant le talus, l'os naviculaire et le cunéiforme intermédiaire. À l'extrémité proximale, du premier espace intermétatarsien, elle s'engage entre les deux chefs du premier interosseux dorsal pour rejoindre l'arcade plantaire profonde à la plante du pied. Le pouls de l'artère dorsale du pied sur le dos du pied peut être perçu en palpant doucement l'artère au niveau des os du tarse entre le tendon du long extenseur de l'hallux et le tendon du long extenseur des orteils destiné au 2e orteil.

Les branches de l'artère dorsale du pied comprennent les branches tarsiennes latérale et médiale, l'artère arquée et la première artère métatarsienne dorsale :

- les **artères tarsiennes** passent médialement et latéralement sur les os du tarse, vascularisant les structures voisines et participant à la constitution du réseau artériel autour de la cheville ;
- l'**artère arquée** naît au niveau du cunéiforme médial et croise le dos du pied transversalement de dedans en dehors au niveau des bases des métatarsiens. Cette artère donne les 2e, 3e, et 4e **artères métatarsiennes dorsales** qui se divisent chacune au niveau de la tête des métatarsiens en deux **artères digitales dorsales** ;



- la **première artère métatarsienne dorsale** (dernière branche de l'artère dorsale du pied avant qu'elle ne pénètre dans la plante du pied) donne des branches digitales destinées à l'hallux et au 2e orteil.

Les **artères métatarsiennes dorsales** sont reliées par des perforantes à l'arcade plantaire profonde et aux artères similaires venues des artères plantaires métatarsiennes.

Veines

Les veines sont anastomosées et constituent des réseaux profond et superficiel. Les veines profondes sont satellites de leurs artères. Les veines superficielles sont drainées dans une arcade veineuse dorsale au niveau des métatarsiens (fig. 6.127) :

- la **veine grande saphène** naît de l'extrémité médiale de l'arcade veineuse dorsale et chemine en avant de la malléole médiale puis sur le côté médial de la jambe ;
- la **veine petite saphène** naît de l'extrémité latérale de l'arcade veineuse, et passe en arrière de la malléole latérale et monte à la face postérieure de la jambe.

Nerfs

Le pied est innervé par les nerfs tibial, fibulaire profond, fibulaire superficiel sural et saphène :

- ces cinq nerfs contribuent à l'innervation sensitive et cutanée du pied ;

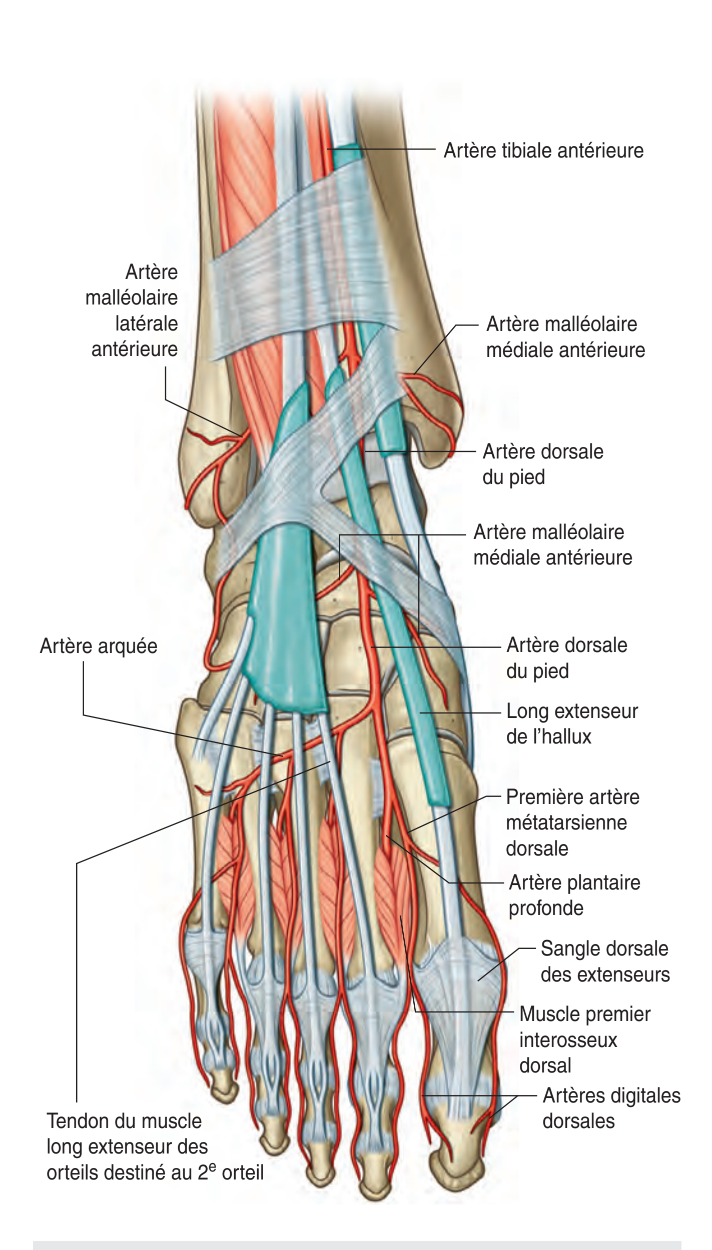


Figure 6.126 Artère dorsale du pied.

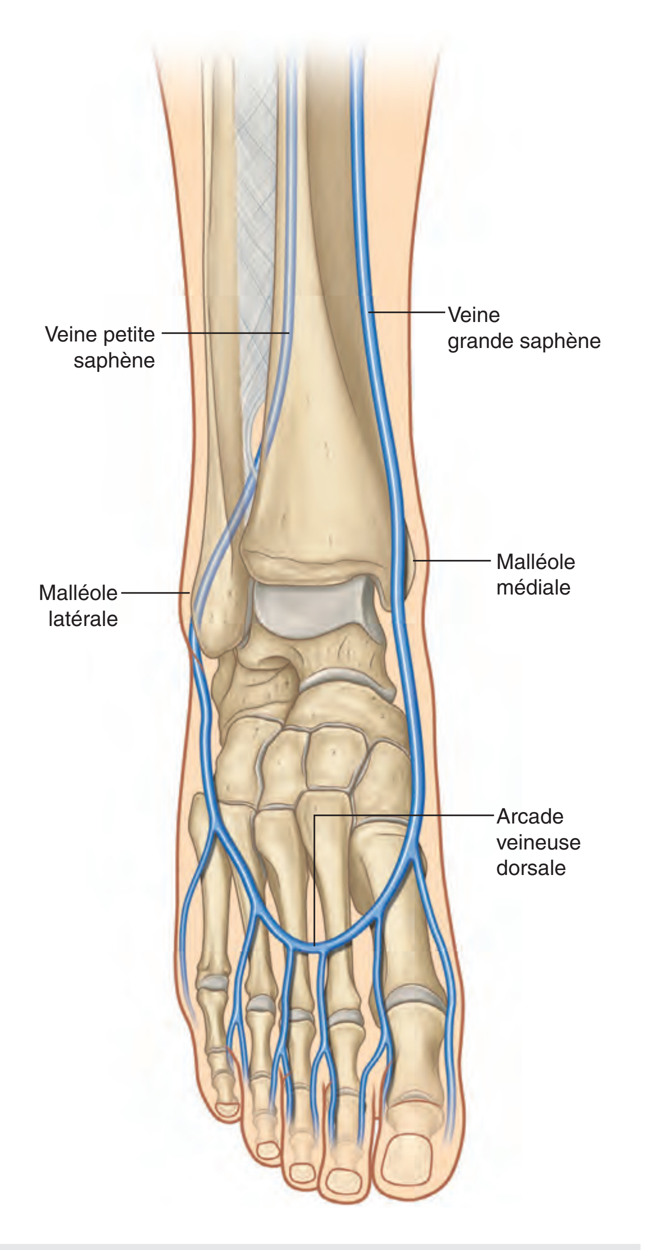


Figure 6.127 Veines superficielles du pied.

- le nerf tibial innerve tous les muscles intrinsèques du pied, à l'exception du court extenseur des orteils qui est innervé par le nerf fibulaire profond ;
- le nerf fibulaire profond innerve souvent le premier et deuxième interosseux dorsaux.

Nerf tibial

Le **nerf tibial** arrive au pied après être passé dans le canal tarsien en arrière de la malléole médiale. Dans le tunnel, le nerf est latéral en dehors de l'artère tibiale postérieure et donne origine à des **rameaux calcanéens médiaux** qui traversent le rétinaculum des fléchisseurs pour innerver le talon. À mi-chemin entre la malléole médiale et le talon, le nerf tibial au-dessus et en arrière de la division de l'artère tibiale postérieure se divise en deux rameaux :

- le nerf plantaire médial ;
- le nerf plantaire latéral, de taille plus réduite (fig. 6.128).

Les nerfs plantaires médial et latéral sont satellites des artères correspondantes.

Nerf plantaire médial

Le **nerf plantaire médial** est le nerf sensitif le plus important de la plante du pied (fig. 6.128). Il innerve la peau de plus des deux tiers antérieurs de la plante et les surfaces voisines des trois orteils médiaux, incluant l'hallux. En plus de cette zone étendue d'innervation, le nerf innerve les quatre muscles intrinsèques : le muscle court abducteur de l'hallux, le muscle court fléchisseur des orteils, le muscle court fléchisseur de l'hallux et le muscle premier lombrical.

Le nerf plantaire médial pénètre dans la plante du pied à la face profonde de l'abducteur de l'hallux et s'engage dans le sillon entre l'abducteur de l'hallux et le muscle court fléchisseur des orteils, donnant des rameaux à ces muscles.

Le nerf plantaire médial donne un rameau digital, le nerf digital plantaire propre, destiné au bord médial de l'hallux, et se divise en trois rameaux (nerfs digitaux plantaires communs) à la face plantaire du court fléchisseur des orteils qui, plus en avant, donnent les rameaux digitaux pour les 1er, 2e, 3e et 4e orteils voisins. Le nerf pour le premier lombrical naît du premier nerf digital commun.

Nerf plantaire latéral

Le **nerf plantaire latéral** est un important nerf moteur du pied car il innerve tous les muscles intrinsèques de la plante, sauf les quatre muscles abducteur de l'hallux, court fléchisseur des orteils, court fléchisseur de l'hallux et premier lombrical, innervés par le nerf plantaire médial (fig. 6.128). Il innerve aussi une bande cutanée sur le bord latéral des deux tiers antérieurs de la plante et les surfaces voisines plantaires de la totalité du petit orteil et de la moitié latérale du quatrième.

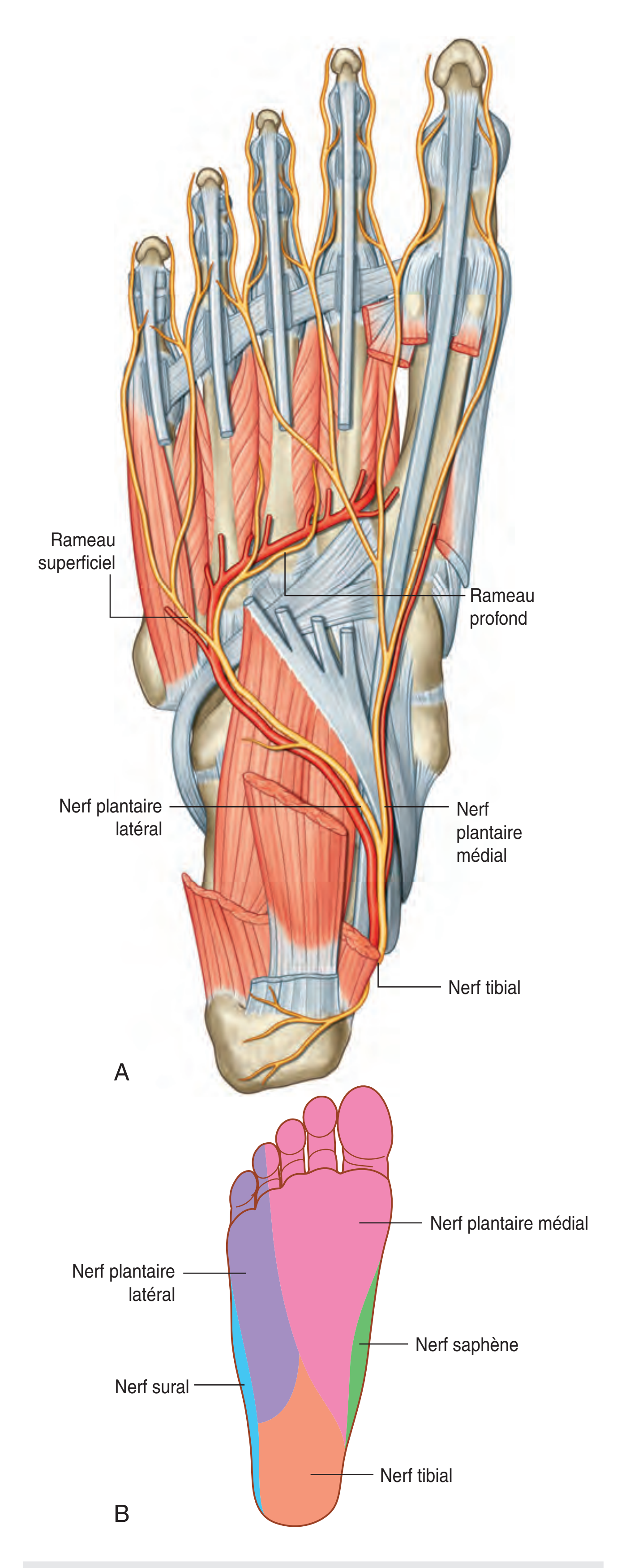


Figure 6.128 Nerfs plantaires médial et latéral. **A.** Plante du pied droit. **B.** Distribution cutanée.



Le nerf plantaire latéral entre dans la plante du pied en passant profondément sous l'insertion proximale du muscle abducteur de l'hallux. Il continue en dehors et en avant à travers la plante entre le court fléchisseur des orteils et le muscle carré plantaire, donnant des branches à ces muscles, et se divise près de la tête du 5e métatarsien en deux rameaux superficiel et profond.

Le rameau superficiel du nerf plantaire latéral donne le nerf digital plantaire propre latéral du 5e orteil et le quatrième nerf digital plantaire commun, qui donne les nerfs digitaux plantaires propres médial du 5e orteil et latéral du 4e orteil.

Le **rameau profond** du nerf plantaire latéral est moteur. Il accompagne l'artère plantaire latérale en s'insinuant entre les muscles adducteur de l'hallux et les trois muscles interosseux plantaires. Le nerf innerve les deuxième, troisième et quatrième muscles lombricaux, l'adducteur de l'hallux et tous les muscles intrinsèques, sauf ceux situés entre les 4e et 5e métatarsiens, qui sont innervés par le rameau superficiel.

Nerf fibulaire profond
Nerf fibulaire superficiel
Rameau du nerf fibulaire profond pour le muscle court extenseur des orteils
Court extenseur des orteils
A
Rameaux pour les muscles premier et deuxième interosseux dorsaux
Nerf saphène
Nerf fibulaire superficiel
Nerf sural
Nerf fibulaire profond
B

Figure 6.129 **A.** Rameaux terminaux des nerfs fibulaires superficiel et profond au pied. **B.** Distribution cutanée.

En clinique

Névrome de Morton

Le névrome de Morton est une tumeur bénigne du nerf plantaire commun, habituellement dans le troisième espace interdigital entre le troisième et le quatrième orteils. Dans cette région du pied, le nerf plantaire latéral fusionne souvent avec le nerf plantaire médial. À la jonction des deux nerfs, le nerf est nettement plus volumineux que ceux des autres orteils. Le nerf est aussi dans une situation relativement sous-cutanée juste au-dessus du coussin graisseux près de l'artère et de la veine. Au-dessus du nerf, se trouve le ligament métatarsien transverse profond, qui est une structure large et solide unissant les métatarsiens. Typiquement, lorsque le patient s'élève sur l'avant-pied lors de la marche, le nerf interdigital est pris en sandwich entre le sol et le ligament métatarsien transverse profond. Le nerf plantaire commun comprimé peut être irrité et développer une réaction inflammatoire. Il s'épaissit et donne l'aspect d'un névrome.

Habituellement, les patients se plaignent de douleurs dans le troisième espace qui peuvent être aiguës ou sourdes. Les symptômes sont en général aggravés par le port des chaussures et la marche.

Le traitement comprend les médicaments anti-inflammatoires, mais l'excision chirurgicale du névrome peut être nécessaire.

Nerf fibulaire profond

Le **nerf fibulaire profond** innerve le court extenseur des orteils. Il contribue à l'innervation des deux premiers muscles interosseux dorsaux, et donne des rameaux sensitifs pour la peau des bords dorsaux voisins des 1er et 2e orteils et à l'espace interdigital (fig. 6.129).

Le nerf fibulaire profond pénètre au dos du pied au bord latéral de l'artère dorsale du pied et chemine parallèlement et latéralement le long du tendon du muscle long extenseur de l'hallux. En avant de l'interligne de la cheville, le nerf donne un rameau latéral qui innerve le court extenseur des orteils par sa face profonde.

Le nerf fibulaire profond poursuit son trajet en avant sur le dos du pied, pénétrant le fascia profond entre les 1er et 2e métatarsiens près des articulations métatarsophalangiennes, et se divise en deux branches, les **nerfs digitaux dorsaux**, qui innervent la peau des faces voisines des 1er et 2e orteils jusqu'au lit unguéal.

Des petits rameaux moteurs participent à l'innervation des deux premiers muscles interosseux dorsaux qui viennent du nerf fibulaire profond avant qu'il ne traverse le fascia profond.

Nerf fibulaire superficiel

Le **nerf fibulaire superficiel** est un nerf sensitif destiné à la peau de la plus grande partie du dos du pied et des orteils, à l'exception de la peau des faces latérales des 1er et 2e orteils, qui est innervée par le nerf fibulaire profond, et de la peau du bord latéral du pied et du petit orteil, qui est innervée par le nerf sural (fig. 6.129).

Le nerf fibulaire superficiel pénètre le fascia profond sur le côté antéromédial de la partie basse de la jambe et arrive sur le dos du pied. Il donne des rameaux cutanés et les **nerfs digitaux dorsaux**.

Nerf sural

Le nerf sural est un rameau cutané du nerf tibial qui naît haut à la jambe. Il pénètre dans le pied dans le fascia superficiel, postérieur à la malléole latérale et accompagnant la veine petite saphène. Les rameaux terminaux innervent la peau du bord latéral du pied et la face dorsolatérale du petit orteil (fig. 6.129B).

Nerf saphène

Le nerf saphène est un rameau cutané du nerf fémoral qui naît à la cuisse. Les rameaux terminaux au niveau du pied sont dans le fascia superficiel sur le bord médial de la cheville et innervent la peau sur le côté médial de la partie proximale du pied (fig. 6.129B).

En clinique

Pied bot

Le pied bot est une déformation congénitale rencontrée chez des bébés nés avec un ou deux pieds déviés en dedans et en bas. Il est traité par des manipulations douces du pied affecté et des plâtres pour redresser le pied, qui sont suivis habituellement par une petite intervention d'allongement du tendon calcanéen pour détendre le pied en meilleure position.

Anatomie de surface

Anatomie de surface du membre inférieur

Les muscles, les tendons et les repères osseux sont utilisés au membre inférieur pour localiser les artères principales, les veines et les nerfs.

À cause de leur grande taille, les vaisseaux peuvent être utilisés comme points d'entrée dans le système vasculaire. De plus, les vaisseaux du membre inférieur étant plus éloignés du cœur et plus bas situés dans le corps, la nature des pouls périphériques peut fournir des informations importantes sur l'état du système circulatoire en général.

La sensibilité cutanée et la force musculaire au niveau du membre inférieur peuvent être testées pour évaluer les segments lombaux et sacraux de la moelle spinale.

Éviter le nerf ischiatique

Le nerf ischiatique innerve les muscles du compartiment postérieur de la cuisse, les muscles de la jambe et du pied, et une surface cutanée appréciable. Le nerf pénètre dans le membre inférieur par la région glutéale (fig. 6.130) et descend à mi-chemin entre deux repères osseux majeurs facilement palpables : le grand trochanter et la tubérosité ischiatique. Le grand trochanter est aisément accessible. Il forme une protubérance osseuse à environ une largeur de main au-dessous de la partie moyenne de la crête iliaque. La tubérosité ischiatique est palpable juste au-dessus du pli glutéal.

La région glutéale peut être divisée en quadrants par deux lignes tracées à partir des repères osseux :

- une ligne verticale à partir du point le plus élevé de la crête iliaque ;
- une ligne horizontale croisant la première à mi-chemin entre le point le plus élevé de la crête iliaque et le plan horizontal au niveau de la tubérosité ischiatique.

Le nerf ischiatique s'incurve vers le coin supérieur et latéral du quadrant inféromédial, et descend le long du bord médial du quadrant inférolatéral. Les injections doivent être pratiquées dans la partie antérieure du quadrant supérolatéral pour éviter de blesser le nerf ischiatique et les vaisseaux principaux de cette région (fig. 6.130B).

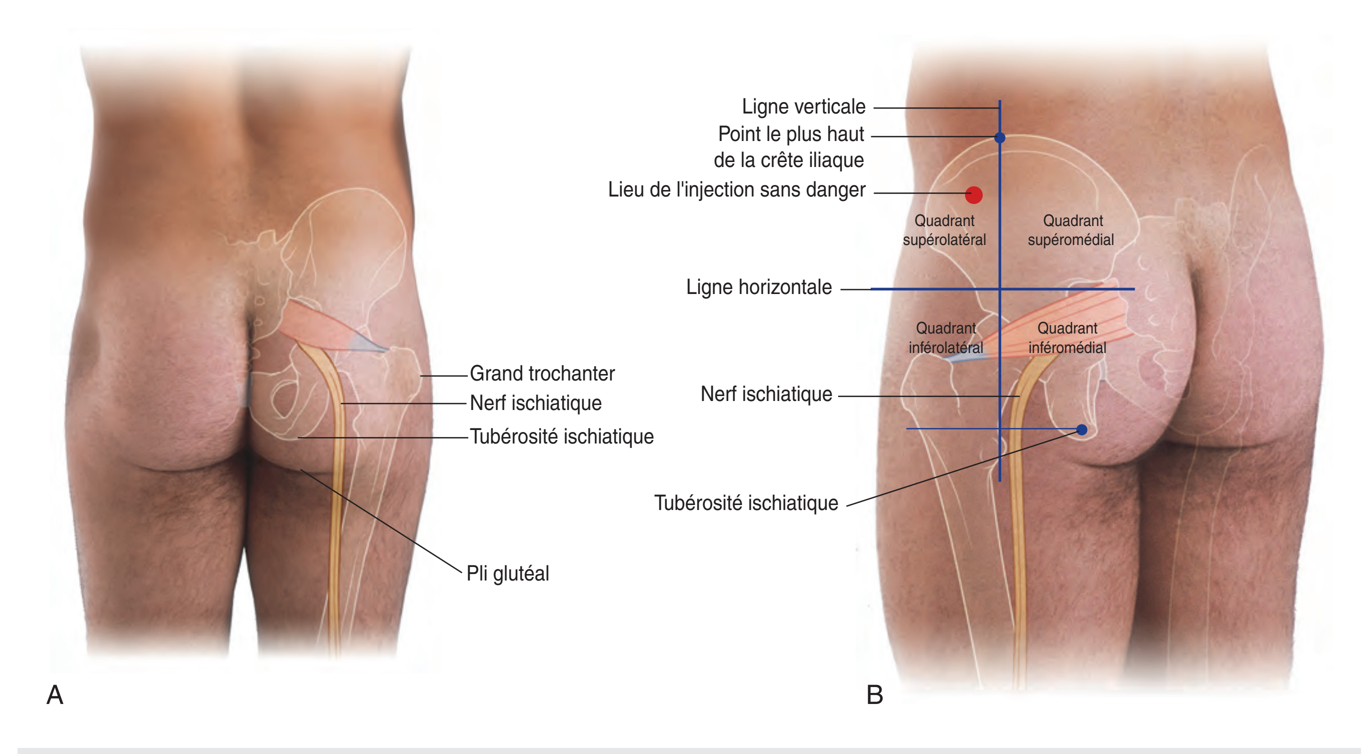


Figure 6.130 Éviter le nerf ischiatique. **A.** Vue postérieure de la région glutéale d'un homme montrant la situation du nerf. **B.** Vue postérolatérale de la région glutéale avec les quadrants et la situation du nerf ischiatique.

Découverte de l'artère fémorale dans le trigone fémoral

L'artère fémorale venant de l'abdomen (fig. 6.131) traverse le trigone fémoral.

Le trigone fémoral est une dépression située à la partie haute de la face antérieure de la cuisse limitée par le relief du muscle long adducteur et le bord médial du muscle sartorius et en haut par le ligament inguinal.

Le tendon du muscle long adducteur peut être palpé comme une corde tendineuse immédiatement au-dessous du tubercule du pubis.

Le muscle sartorius naît de l'épine iliaque antérosupérieure et croise par en avant la cuisse pour se fixer sur la face médiale du tibia au-dessous de l'interligne articulaire.

Le ligament inguinal est inséré à l'épine iliaque antérosupérieure latéralement et au tubercule du pubis médialement.

L'artère fémorale descend dans la cuisse venant de l'abdomen puis, passant sous le ligament inguinal, pénètre dans le trigone fémoral. Dans le trigone fémoral, le pouls de l'artère est aisément perçu au-dessous du ligament inguinal à mi-chemin entre l'épine iliaque antérosupérieure et le tubercule du pubis. En dedans de l'artère se trouve la veine fémorale et, en dedans de la veine, le canal fémoral, qui contient les lymphatiques et est situé immédiatement latéralement au tubercule du pubis. Le nerf fémoral est situé en dehors de l'artère fémorale.

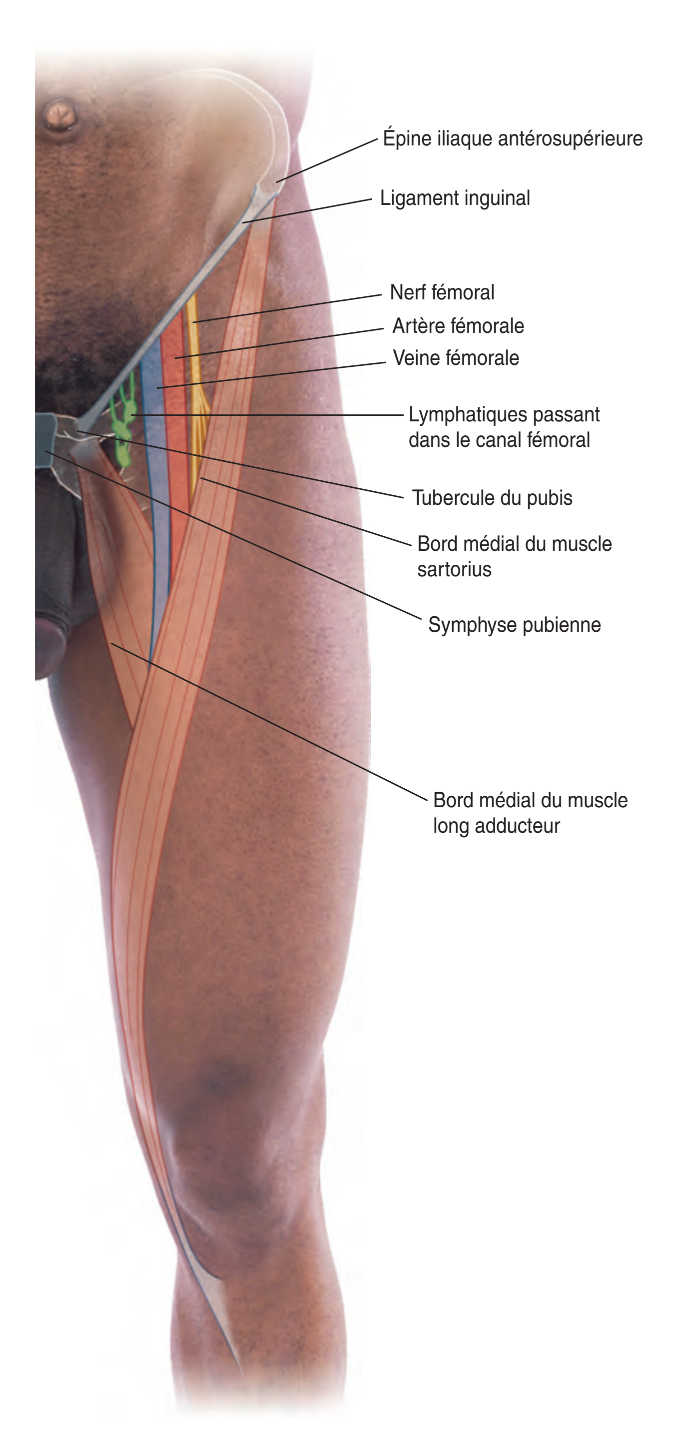


Figure 6.131 Situation de l'artère fémorale dans le trigone fémoral. Cuisse en vue antérieure.

Identification des structures autour du genou

La patella est facilement identifiable à la face antérieure du genou. Le tendon quadricipital s'attache à son bord supérieur et le ligament patellaire relie la face inférieure de la patella à la tubérosité tibiale (fig. 6.132). Le ligament patellaire et la tubérosité tibiale sont aisément palpables. Une percussion sur le ligament patellaire permet de tester l'activité réflexe des racines spinales L3 et L4.

La tête de la fibula est également facilement palpable. Elle forme une saillie à la face latérale du genou au-dessous du condyle tibial latéral. La tête de la fibula peut aussi être identifiée en suivant le relief du tendon du biceps fémoral.

Le nerf fibulaire commun cravate la face latérale du col de la fibula et peut être palpé à ce niveau.

Une autre structure qui peut être facilement identifiée à la face latérale du genou est le tractus iliotibial. Cette structure tendineuse longitudinale et aplatie se fixe sur la face latérale du condyle tibial. Elle est saillante quand le genou est en pleine extension. Le bord antérieur du tractus soulève un pli vertical cutané à la partie postérieure du bord latéral de la patella.

Muscle vaste latéral
Muscle vaste médial
Tendon quadricipital
Patella
Ligament patellaire
Tubérosité tibiale
A

Tendon du biceps fémoral
Tête de la fibula
Nerf fibulaire commun
Ligament patellaire
B

Muscle grand glutéal
Tenseur du fascia lata
Muscles ischiojambiers
Muscles du quadriceps fémoral
Tractus iliotibial
Patella
C

Figure 6.132 Identification des structures anatomiques autour du genou. **A.** Vue antérieure du genou droit. **B.** Vue latérale du genou droit partiellement fléchi. **C.** Vue latérale en extension complète du genou droit de la région glutéale, de la cuisse et du genou.

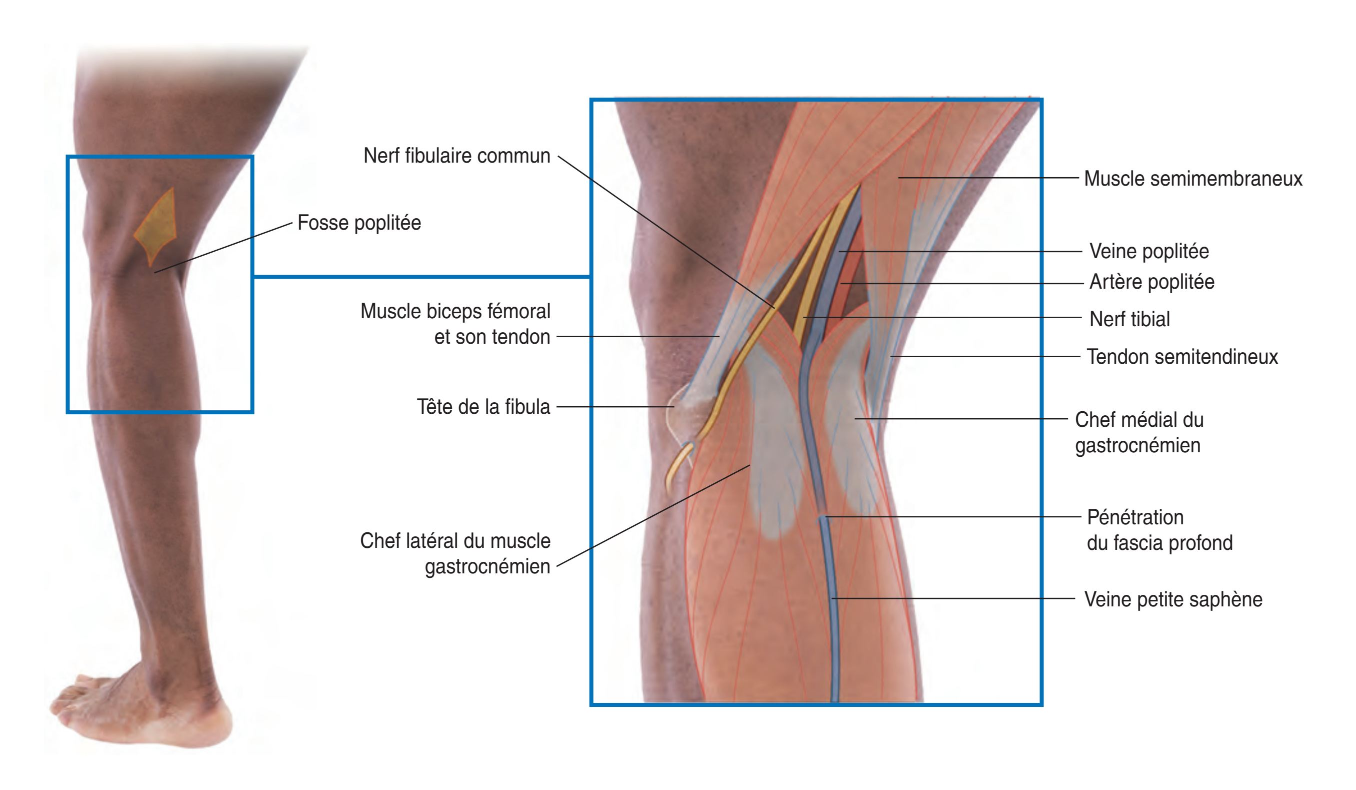


Figure 6.133 Contenu de la fosse poplitée. Vue postérieure du genou gauche.

Visualisation du contenu de la fosse poplitée

La fosse poplitée est une dépression à la face postérieure du genou de forme losangique bordée par les ischiojambiers et le muscle gastrocnémien. Les limites inférieures du losange sont formées par les chefs latéral et médial du muscle gastrocnémien. Les limites supérieures sont constituées par le muscle biceps fémoral latéralement et par les muscles semitendineux et semimembraneux médialement. Les tendons des muscles biceps fémoral et semitendineux sont facilement palpables et souvent visibles.

La tête de la fibula est palpable sur la face latérale du genou et peut être utilisée comme repère pour identifier le tendon du biceps fémoral et le nerf fibulaire commun qui sort de la fosse poplitée et croise le col de la fibula juste au-dessous de la tête.

La fosse poplitée contient l'artère et la veine poplitées, le nerf tibial et le nerf fibulaire commun (fig. 6.133). L'artère poplitée est la plus profonde de tous les éléments neurovasculaires. Elle descend dans la fosse en venant du bord supéromédial. Il est souvent difficile de percevoir le pouls poplité qui peut cependant être détecté en palpant profondément en dedans de la ligne médiane de la fosse poplitée.

La veine petite saphène traverse le fascia profond dans la partie supérieure de la jambe et se jette dans la veine poplitée.



Le canal tarsien, porte d'entrée du pied

Le canal tarsien (fig. 6.134) est situé sur le bord médial du pied dans un sillon entre la malléole médiale et le talon (tubérosité du calcanéus). Il est fermé par le rétinaculum des fléchisseurs.

L'artère tibiale postérieure et le nerf tibial pénètrent dans le pied en traversant le canal tarsien. Les tendons des muscles tibial postérieur, long fléchisseur des orteils, long fléchisseur de l'hallux cheminent aussi dans le canal tarsien dans des compartiments séparés formés par des cloisons du rétinaculum des fléchisseurs.

L'ordre de passage des éléments traversant le canal tarsien d'avant en arrière est le tendon du tibial postérieur, le tendon du long fléchisseur des orteils, l'artère tibiale postérieure et ses veines satellites, le nerf tibial et le tendon du long fléchisseur de l'hallux.

L'artère tibiale postérieure est palpable au-dessous et en arrière de la malléole médiale dans le sillon visible entre le talon et la malléole médiale.

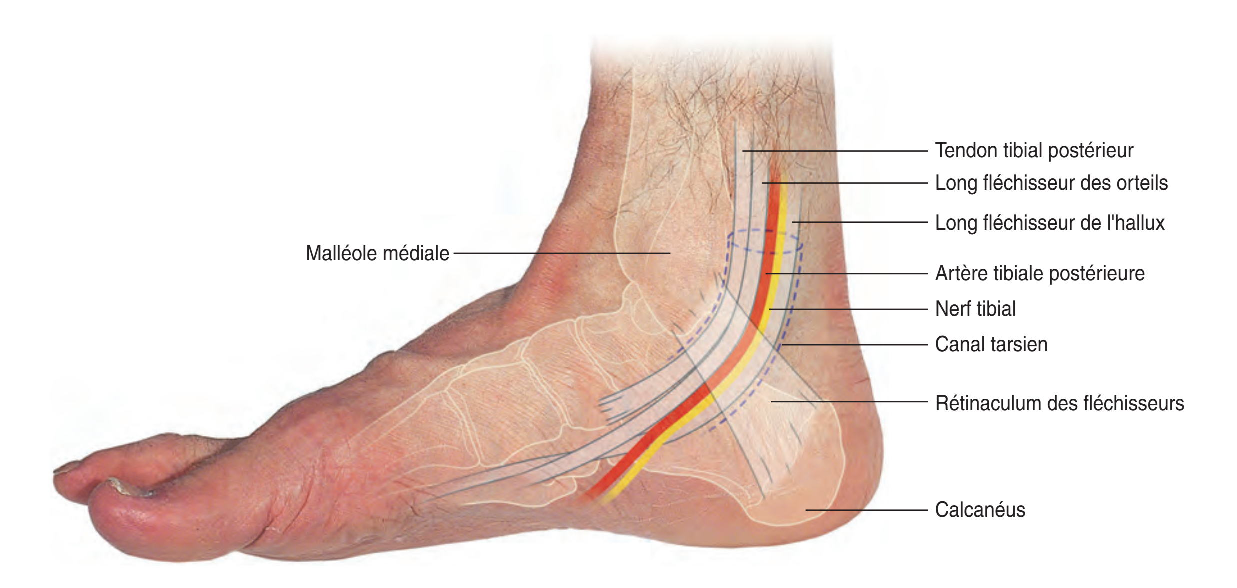


Figure 6.134 Éléments traversant le canal tarsien, porte d'entrée du pied.

Identification des tendons autour de la cheville et au niveau du pied

De nombreux tendons peuvent être identifiés autour de la cheville et au niveau du pied (fig. 6.135). Ils peuvent être utilisés comme des repères pour localiser les vaisseaux ou pour tester les réflexes des nerfs spinaux.

Le tendon tibial antérieur est visible sur le bord médial de la cheville en avant de la malléole médiale.

Le tendon d'Achille (tendon calcanéen), plus gros tendon de la région, fait une saillie à la partie postérieure du pied descendant de la jambe au talon. La recherche du réflexe achilléen par percussion du tendon explore les fonctions des nerfs spinaux S1 et S2.

Quand le pied est en éversion, les tendons des muscles long et court fibulaires soulèvent la peau, formant une saillie cutanée de la partie basse de la jambe à la face postérieure de la malléole latérale.

Le tendon du court fibulaire est souvent visible sur la face latérale du pied dans son trajet de la malléole latérale à la base du 5e métatarsien. Les tendons du troisième fibulaire (inconstant), du long extenseur des orteils et du long extenseur de l'hallux sont visibles sur le dos du pied de dehors en dedans.



Figure 6.135 Tendons autour de la cheville et au niveau du pied. **A.** Côté médial du pied droit. **B.** Face postérieure du pied droit. **C.** Côté latéral du pied droit. **D.** Vue dorsale du pied droit.



Recherche de l'artère dorsale du pied

La qualité du pouls pédieux dorsal est importante (fig. 6.136) pour apprécier la circulation périphérique parce que l'artère dorsale du pied est la plus éloignée du cœur. C'est aussi l'artère palpable la plus basse du corps chez un sujet debout.

L'artère dorsale du pied chemine sur la face dorsale du pied. Plus en avant sur les os du tarse, elle est située entre le tendon du long extenseur de l'hallux et le tendon du long extenseur des orteils destiné au 2e orteil. À ce niveau, l'artère est aisément perçue. La branche terminale de l'artère dorsale du pied passe à la face plantaire du pied entre les deux chefs du muscle premier interosseux dorsal.

Localisation de l'arcade plantaire artérielle

La vascularisation du pied est assurée par des branches de l'artère tibiale postérieure et de l'artère dorsale du pied.

L'artère tibiale postérieure pénètre dans la plante après avoir traversé le canal tarsien et se divise en deux artères plantaires latérale et médiale.

L'artère plantaire latérale se dirige latéralement en croisant la moitié postérieure de la plante puis s'oriente médialement pour former l'arc plantaire artériel au niveau de la partie antérieure de la plante (fig. 6.137). Entre les bases des 1er et 2e métatarsiens, l'arcade plantaire rejoint la branche terminale de l'artère dorsale du pied (artère plantaire profonde). La majorité du pied est vascularisée par l'arcade plantaire artérielle.

L'artère plantaire médiale se dirige en avant et se connecte avec les branches de l'arcade plantaire. Elle vascularise la moitié médiale de l'hallux.

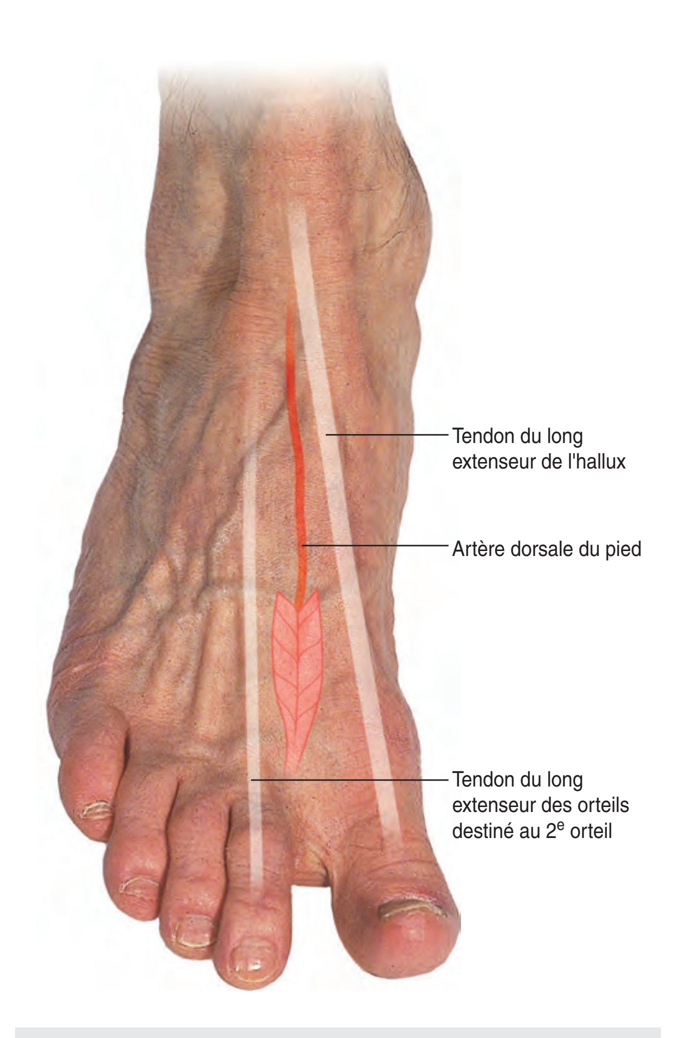


Figure 6.136 Recherche de l'artère dorsale du pied.

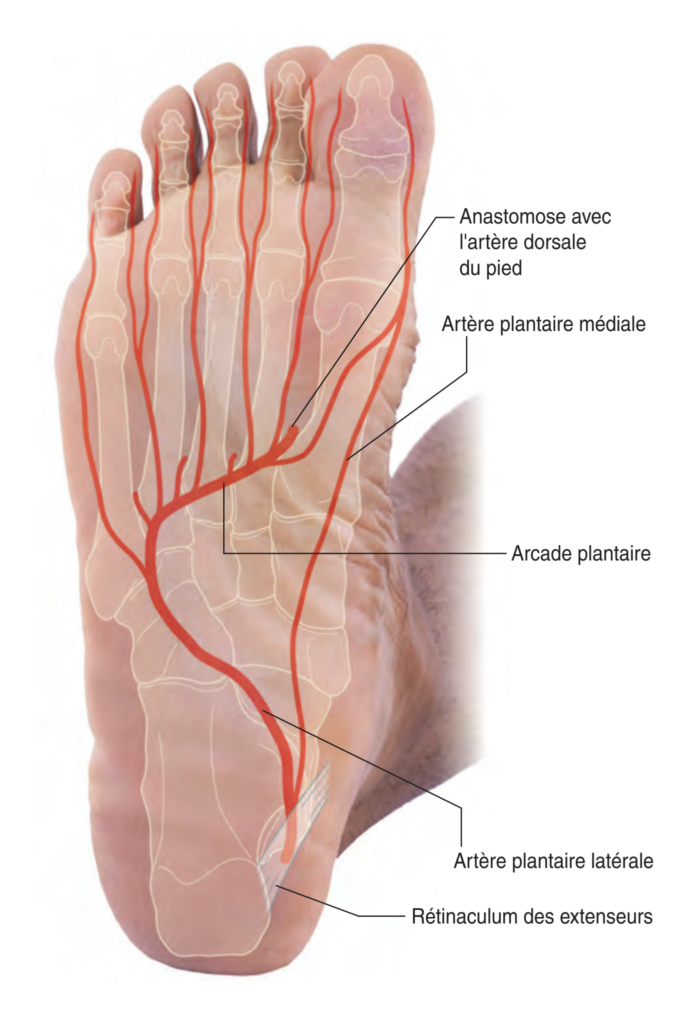


Figure 6.137 Arcade plantaire artérielle.

Veines superficielles principales

Les veines superficielles du membre inférieur sont souvent distendues, à l'origine de varices. Par ailleurs, le réseau veineux étendu permet l'ablation des veines superficielles pour les utiliser comme greffes vasculaires.

Les veines superficielles (fig. 6.138) du membre inférieur ont leur origine au niveau de l'arcade veineuse dorsale du pied. L'extrémité médiale de l'arcade décrit une courbe et se dirige vers la malléole médiale puis monte au niveau de la jambe et de la cuisse, formant la veine grande saphène. Cette veine passe à travers un orifice du fascia (hiatus saphène) pour rejoindre la veine fémorale dans le trigone fémoral.

De l'extrémité latérale de l'arcade veineuse dorsale du pied part la veine petite saphène qui passe derrière la malléole latérale et monte à la face postérieure de la jambe. La veine petite saphène traverse le fascia profond au tiers supérieur de la jambe et rejoint la veine poplitée dans la fosse poplitée derrière le genou.



Figure 6.138 Principales veines superficielles. **A.** Vue dorsale du pied droit. **B.** Vue antérieure du membre inférieur droit. **C.** Vue postérieure de la cuisse, de la jambe et du pied gauches.



Pouls du membre inférieur

Les pouls périphériques peuvent être perçus en quatre endroits (fig. 6.139).

- Le **pouls fémoral** dans le trigone fémoral. L'artère fémorale est située sous le ligament inguinal à mi-chemin entre l'épine iliaque antérosupérieure et la symphyse pubienne.
- Le **pouls poplité** dans la fosse poplitée. L'artère poplitée est profonde dans la fosse poplitée en dedans de la ligne médiane.
- Le **pouls tibial postérieur** au niveau du canal tarsien. L'artère tibiale postérieure est en arrière et au-dessous de la malléole médiale dans le sillon entre la malléole médiale et le talon (tubérosité calcanéenne).
- Le **pouls pédieux dorsal**. Sur le dos du pied, l'artère dorsale du pied peut être palpée lorsqu'elle passe sur les os du tarse entre le tendon du long extenseur de l'hallux et le tendon du long extenseur des orteils destiné au 2e orteil.

Pouls fémoral
Pouls poplité
Pouls tibial postérieur
Pouls pédieux

Figure 6.139 Où percevoir les pouls artériels périphériques du membre inférieur ?

Cas cliniques

Cas 1

LÉSION DU GENOU

Un jeune homme passe un long week-end dans une station de ski européenne. Au cours d'une descente avec un ami, il fait une faute de carre interne avec son ski droit. Il perd l'équilibre et tombe. Durant la chute, il perçoit un «clic». Après s'être relevé de sa chute, il ressent une très vive douleur dans le genou droit. Il lui est impossible de continuer à skier ce jour-là et, pendant son retour au chalet, son genou augmente de volume. Il est adressé à un chirurgien orthopédique qui cherche à reconstituer le mécanisme du traumatisme.

Le skieur descendait la pente les deux skis parallèles, les chevilles maintenues dans les chaussures, les deux genoux légèrement fléchis. Une faute d'attention provoqua la faute de carre interne de son ski droit. Il en résulta une force de rotation externe transmise par la cheville bloquée dans la chaussure et par la jambe. De plus, le genou fut soumis à une force en valgus lors de la chute. Les deux skis furent détachés des chaussures.

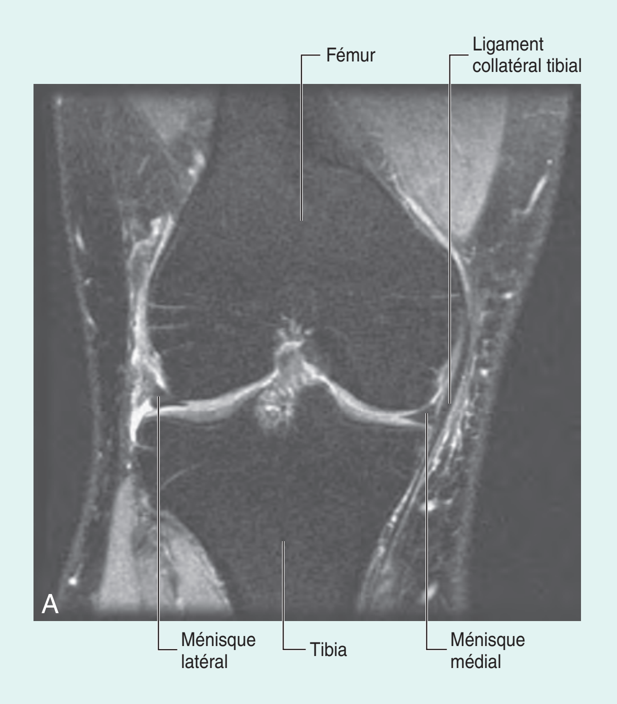
Une série de structures anatomiques ont été sollicitées successivement au niveau du genou.

Comme le genou a subi une contrainte en rotation externe et en valgus, le ligament croisé antérieur a été mis en tension. Le ligament collatéral médial a également été mis en tension et le compartiment latéral du genou soumis à une forte compression. Sous l'effet de la tension croissante, le ligament médial s'est rompu (fig. 6.140A,B), et le ménisque médial a été lésé (fig. 6.141C). Finalement, le ligament croisé antérieur, fortement tendu, s'est rompu (fig. 6.141A,B).

L'épanchement du genou est apparu quelques heures plus tard.

La rupture du ligament croisé provoque de façon caractéristique un épanchement marqué. Le ligament extrasynovial et intracapsulaire est richement vascularisé. Lorsque le ligament a été rompu dans l'articulation, le sang venu de la plaie a provoqué une irritation de la membrane synoviale et a pénétré dans l'articulation. Ces facteurs favorisent la formation d'un épanchement progressif dans les heures qui suivent le traumatisme.

Le patient subit une reconstruction du ligament croisé antérieur.



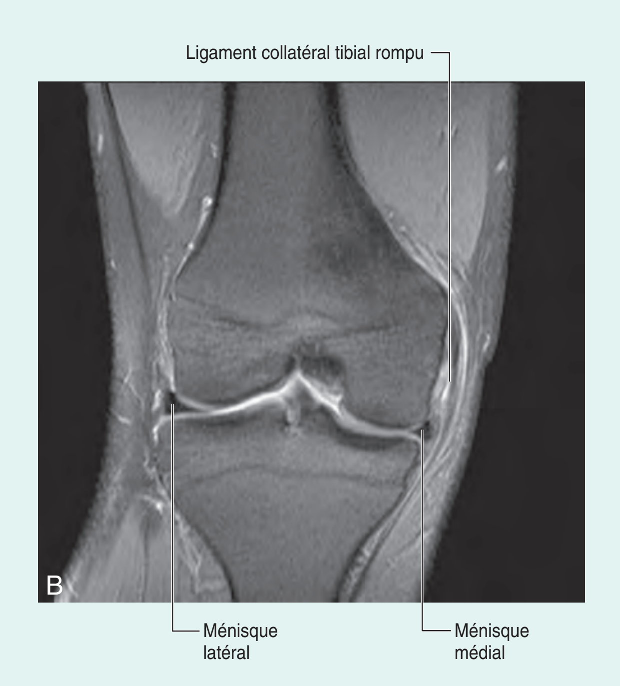


Figure 6.140 A. Articulation normale du genou montrant le ligament collatéral tibial et les ménisques médial et latéral. Imagerie par résonance magnétique (IRM) en densité de protons (DP) dans le plan frontal **B.** Articulation du genou montrant une déchirure du ligament collatéral tibial. IRM en DP dans le plan frontal.

(suite)

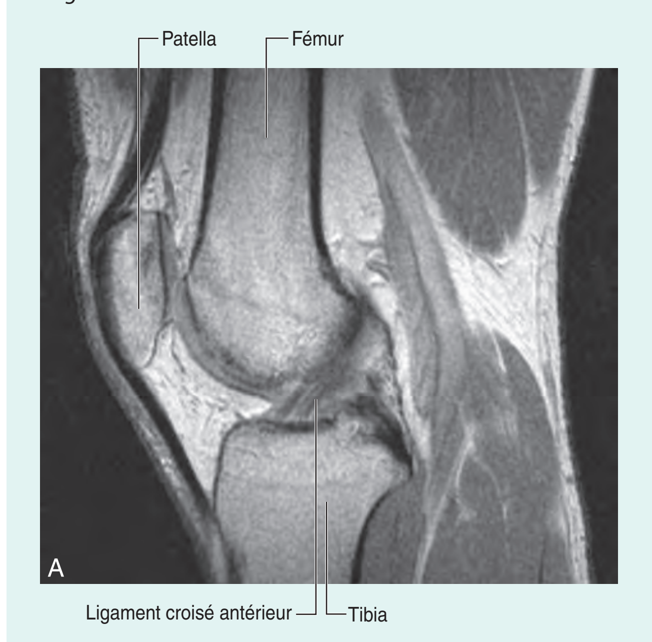


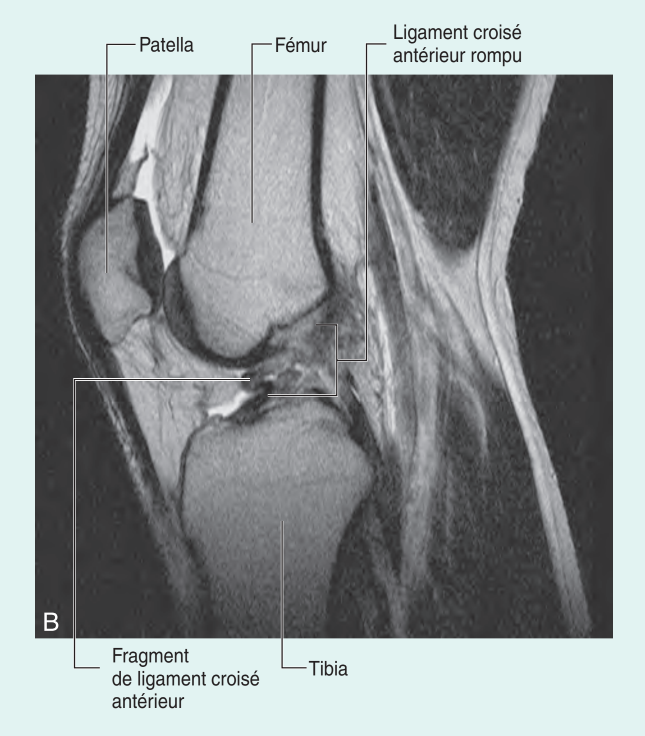
Cas 1 – *(Suite)*

Il est difficile de rétablir un néoligament qui doit avoir le même trajet et les mêmes qualités mécaniques que le ligament croisé antérieur. Les chirurgiens ont imaginé différents types de reconstruction du ligament croisé antérieur. Les procédés les plus utilisés recourent à une partie du ligament patellaire ou aux tendons ischiojambiers.

Le patient subit d'autres réparations chirurgicales au niveau du genou.

Le ligament collatéral médial est exploré et réparé par suture. En utilisant les techniques arthroscopiques, la déchirure du ménisque médial est confirmée et traitée pour prévenir d'autres complications.





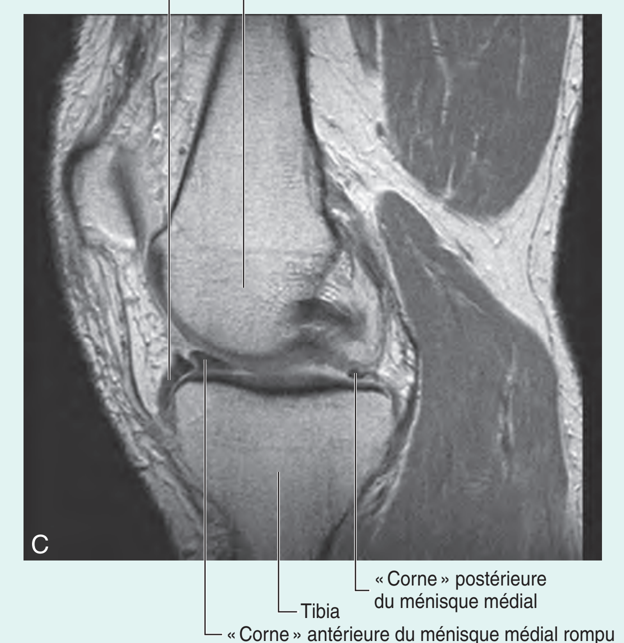


Figure 6.141 A. Articulation du genou avec un ligament croisé antérieur intact. Imagerie par résonance magnétique (IRM) (pondérée en T2) dans le plan sagittal. **B.** Vue montrant une rupture du ligament croisé antérieur; IRM (pondérée en T2) dans le plan sagittal. C. Vue montrant une rupture du ménisque médial (la partie postérieure rompue du ménisque a migré au niveau de la partie antérieure de la cavité articulaire, donnant une image d'un ménisque double à ce niveau); IRM pondérée en densité de protons dans le plan sagittal.

Cas 2

OSTÉOMYÉLITE

Un homme âgé de 45 ans, diabétique, a consulté son infirmière car il avait un ulcère sur le pied qui ne cicatrisait pas malgré les pansements quotidiens.

Le diabète peut provoquer une pathologie vasculaire des artères grandes et moyennes, diminuant la lumière et réduisant le flux sanguin en périphérie, ce qui empêche la cicatrisation. De plus, le diabète peut affecter la vascularisation des nerfs, ce qui explique la neuropathie périphérique. La neuropathie périphérique se traduit par une réduction de la sensibilité, et ainsi des lésions mineures ne sont pas perçues.

Ce patient a développé un ulcère du talon, qui est un point de pression et soumis à des contraintes répétées. L'infirmière a examiné l'ulcère et a constaté qu'il semblait infecté avec du pus dans la lésion, et a demandé son avis à un spécialiste orthopédique, qui a prescrit une radiographie et une IRM. L'IRM et la radiographie ont confirmé l'infection étendue au calcanéus avec destruction osseuse (fig. 6.142A,B).

Le patient a été traité par lavage chirurgical avec exérèse de l'os infecté et nécrosé (débridement) et antibiothérapie à long terme (fig. 6.142C).



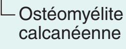






Figure 6.142 Radiographie (**A**) et IRM (**B**) d'une ulcération des tissus mous avec érosion du calcanéus adjacent. Après débridement et mise en place de billes d'antibiotiques dans la plaie (**C**).

Cas 3

VARICES

Une jeune femme consulte un chirurgien vasculaire pour de multiples dilatations veineuses sinueuses au niveau de sa jambe droite. Le reste de l'examen n'a rien de remarquable.

Le diagnostic de veines variqueuses est évoqué. Le chirurgien doit déterminer le lieu des insuffisances valvulaires.

Il y a des points caractéristiques où l'insuffisance valvulaire se manifeste entre systèmes veineux superficiel et profond :

- *au hiatus de la saphène, au niveau de la jonction de la veine grande saphène avec la veine fémorale ;*
- *à mi-cuisse, au niveau de la veine perforante entre la veine grande saphène et la veine fémorale ;*
- *au mollet, il y a trois sièges à 5, 10 et 15 cm au-dessus de la malléole médiale où existent des communications entre les réseaux superficiel et profond ;*
- *à la jonction de la veine petite saphène avec la veine poplitée.*

Le chirurgien demande à la patiente de se coucher sur le dos et de lever la jambe. Un garrot est placé haut à la cuisse, au-dessous de la jonction veine fémorale–grande saphène, et il est demandé à la patiente de se lever. Aucun remplissage des veines au niveau de la cuisse et de la jambe n'est constaté.

Le garrot comprime la veine grande saphène mais permet la circulation veineuse par le système veineux profond.

Comme il n'y a pas de remplissage des veines variqueuses médiales sous le garrot, le chirurgien peut en déduire que la valvule de la jonction saphénofémorale est inefficace, insuffisante, et peut proposer un traitement chirurgical.

Cependant, durant l'épreuve du garrot, le chirurgien note aussi l'apparition de quelques varices à la face postérieure et postérolatérale du mollet.

Une manœuvre identique est pratiquée en posant le garrot juste au-dessous du genou après élévation de la jambe. La patiente se lève à nouveau, et aucune varice n'est visible à la face postérieure et postérolatérale du mollet. Cet examen suggère qu'il y a aussi une insuffisance de la valvule de la veine petite saphène à son abouchement dans la veine poplitée.

La chirurgie est décidée.

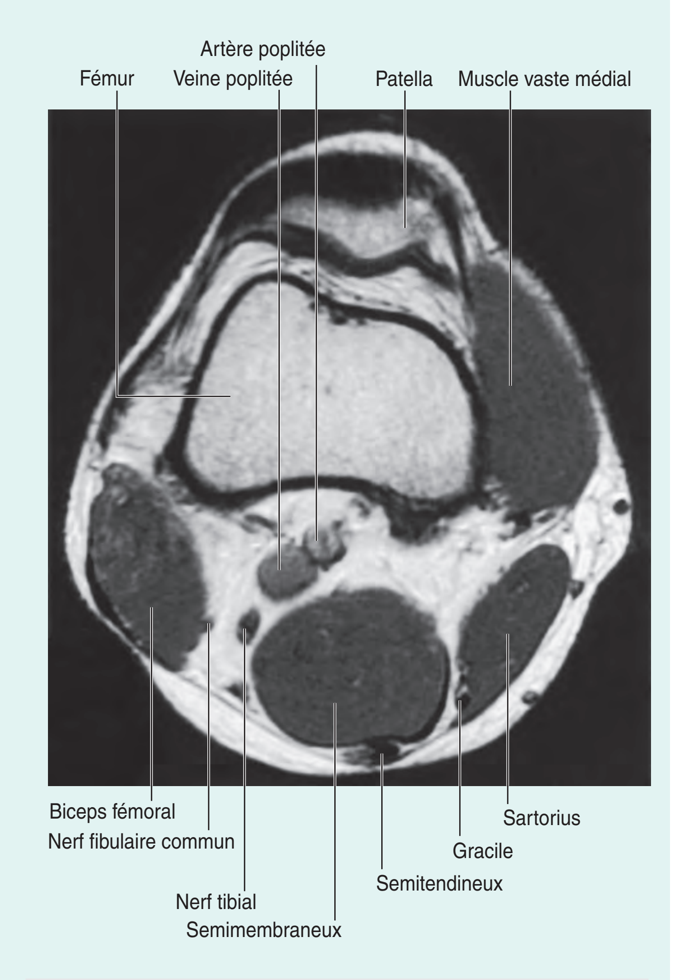
Une petite incision transversale est pratiquée au-dessous du ligament inguinal où la veine grande saphène traverse le hiatus saphène du fascia profond, facilement reconnu à la palpation comme un orifice circulaire du fascia. La jonction saphénofémorale étant identifiée, la veine grande saphène est liée à sa jonction avec la veine fémorale. La veine grande saphène est enlevée avec une technique spéciale d'excision (le stripping).

La patiente est couchée sur le ventre pour la seconde partie de l'intervention.

Une petite incision transversale est pratiquée au niveau du pli de flexion de la fosse poplitée. L'identification de la jonction saphène-veine poplitée peut être plus difficile. La veine petite saphène, identifiée, est liée et la plaie refermée.

Le jour suivant, la patiente regagne son domicile mais revint à l'hôpital 2 semaines plus tard se plaignant de marcher difficilement. À l'examen, on note l'absence de flexion dorsale active du pied, une anomalie de la sensibilité cutanée à la face latérale de la jambe et du pied, ainsi qu'une évidente atrophie des muscles fibulaires. Lorsque la patiente marche, le pied accroche le sol. Le diagnostic de pied tombant par lésion traumatique peropératoire du nerf fibulaire commun est évoqué.

Dans la fosse poplitée se trouvent l'artère, la veine poplitée et le nerf ischiatique divisé en ses deux rameaux terminaux. L'artère poplitée est l'élément le plus profond. La veine est en arrière de l'artère et le nerf ischiatique en arrière de la veine (e-fig. 6.143). Il est important de se rappeler que le nerf ischiatique se divise au sommet de la fosse poplitée. Le



e-Figure 6.143 Imagerie par résonance magnétique pondérée en T1 dans le plan axial montrant la position de l'artère et de la veine poplitées et du nerf ischiatique.

(suite)

Cas 3 – (Suite)

nerf tibial continue sa route dans la fosse poplitée. Le nerf fibulaire commun se dirige en dehors pour rejoindre le tendon du muscle biceps fémoral et devient superficiel avant de s'enrouler autour du col de la fibula.

Le chirurgien a accidentellement lié le nerf fibulaire commun à la place de la veine petite saphène.

Cas 4

FRACTURE DU COL DU FÉMUR

Une femme âgée de 72 ans est admise aux urgences après une chute à son domicile. Elle se plaint d'une violente douleur de la hanche droite et a une contusion visible sur le côté droit du visage.

À l'admission, il est noté que le membre inférieur droit est plus court que le gauche et est en rotation externe.

Une série de radiographies sont pratiquées comportant une radiographie du pelvis.

Les clichés montrent une fracture déplacée au niveau du col fémoral droit.

Le raccourcissement apparent et la rotation externe du membre inférieur à l'examen clinique sont liés à la contracture des muscles unissant le pelvis aux trochanters et à l'extrémité proximale du fémur. De tous les muscles entourant la hanche, le groupe le plus important est celui des adducteurs (long adducteur, court adducteur et grand adducteur) et le muscle iliopsoas. Ce dernier s'insère sur le petit trochanter et son action assure la rotation externe et l'adduction de la hanche. L'action du muscle iliopsoas s'exerce sur la tête fémorale dans l'acétabulum. Mais quand le col fémoral est fracturé, son action se traduit par une traction sur le fémur proximal attiré en rotation externe. La rotation externe est aggravée par l'action des muscles adducteurs.

Un bilan médical est nécessaire avant d'envisager la chirurgie. Il est important de rappeler que les personnes âgées sont souvent porteuses d'affections connues ou méconnues.

La patiente subit alors une hémiarthroplastie de la hanche.

L'hémiarthroplastie est un procédé qui comporte l'ablation de la tête fémorale et son remplacement par une prothèse. Le col fémoral est soigneusement préparé et la cavité médullaire de la diaphyse fémorale est alésée. Une prothèse de hanche métallique est insérée dans la cavité médullaire fémorale et la tête de la prothèse est mise en place dans l'acétabulum. Il est important de signaler que l'acétabulum n'est pas systématiquement remplacé dans tous les cas. Le remplacement prothétique de l'acétabulum est utilisé dans des cas appropriés.

L'arthroplastie est le seul procédé utilisé dans les fractures du col du fémur chez les personnes âgées.

La vascularisation de la tête fémorale est assurée de trois façons : l'artère du ligament de la tête, les vaisseaux de la cavité médullaire et les vaisseaux profonds sous-synoviaux cheminant dans les rétinaculums de la capsule de l'articulation de la hanche. Avec l'âge, la cavité médullaire subit une dégénérescence graisseuse remplaçant la moelle osseuse normale et réduisant l'apport sanguin de la tête fémorale. L'artère du ligament de la tête est inconstante et devient, si elle existe, insuffisante, notamment en cas de maladie artérielle associée.

Malheureusement pour cette patiente, la seule vascularisation de la tête fémorale se fait par les vaisseaux synoviaux intra-articulaires qui ont été arrachés par la fracture. Si la patiente avait présenté une fracture trochantérienne, les vaisseaux des freins capsulaires n'étant pas lésés, le risque de nécrose aurait été écarté. Le traitement chirurgical aurait alors utilisé une fixation métallique sans ablation de la tête fémorale.

La patiente est ostéoporotique.

L'ostéoporose est fréquente chez les sujets âgés et particulièrement chez les femmes après la ménopause. Beaucoup de fractures du col fémoral surviennent chez les gens âgés du fait de la fragilité osseuse due à l'ostéoporose. D'autres fractures dues à l'ostéoporose sont fréquentes, notamment les fractures du radius distal et les fractures du rachis dorsolombal.

Cas 5

THROMBOSE VEINEUSE PROFONDE

Une femme de 28 ans est vue par son médecin généraliste pour un examen de routine d'une grossesse de 36 semaines. Ni la patiente ni sa famille n'ont d'inquiétude au sujet de la grossesse. Cependant, la patiente signale un œdème unilatéral de la jambe gauche qui a augmenté ces deux derniers jours. De plus, le soir avant la visite médicale, elle a ressenti une douleur aiguë au niveau de la poitrine, augmentée par la respiration profonde.

Le médecin de famille prescrit une exploration des veines du membre inférieur gauche par échographie-Doppler.

L'examen aux ultrasons du système vasculaire peut étudier la circulation et déceler une occlusion vasculaire des artères ou des veines.

La sonde étant placée sur la veine fémorale gauche, aucune circulation n'est décelée. De plus, la veine ne pouvant être comprimée, aucune modification de la circulation n'est notée avec la respiration. Une circulation discrète est notée dans la veine fémorale profonde et dans la veine grande saphène. Aucune circulation n'est mise en évidence sur toute la longueur de la veine fémorale et dans la veine poplitée et les veines tibiales.

L'examinateur teste la circulation au niveau de l'autre membre inférieur, qui se révèle tout à fait normale. Le massage modéré du mollet provoque une augmentation de la circulation. Il est possible aussi de montrer les variations de la circulation avec la respiration ou les compressions veineuses. Le diagnostic de thrombose veineuse profonde extensive au niveau du membre inférieur gauche est posé.

Certains patients sont, plus que d'autres, prédisposés aux thromboses veineuses. Trois facteurs sont favorables à la survenue d'une thrombose :

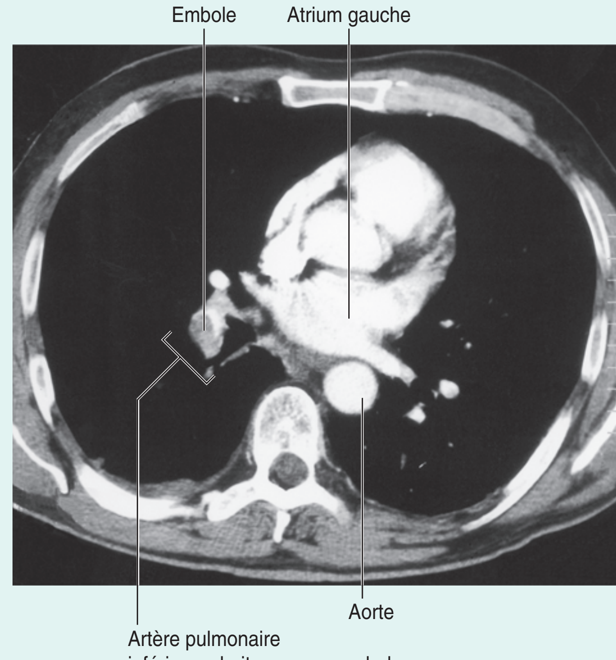
- *une réduction de la circulation dans les veines peut provoquer une stase veineuse (qui peut être due à l'absence de mouvement). L'effet de pompe des muscles du mollet est essentiel. Une réduction du flux veineux peut se compliquer d'une obstruction de la veine ;*
- *un traumatisme de la paroi de la veine peut provoquer une thrombose veineuse ;*
- *l'hypercoagulabilité du sang. Les états d'hypercoagulabilité sont souvent associés à des taux anormaux des facteurs de coagulation, tels que l'antithrombine III, la protéine C et la protéine S.*

Chez cette patiente, la compression de la veine iliaque externe gauche par l'utérus gravide est la cause probable de la stase ayant conduit à la thrombose.

La douleur thoracique est due à une embolie pulmonaire.

De petits emboles peuvent se détacher de la tête du thrombus et migrer dans le cœur, puis se loger dans les poumons. Les petits emboles provoquent des douleurs thoraciques de type pleural exacerbées par la respiration. Ces petits emboles peuvent altérer la fonction respiratoire mais peuvent aussi précéder une embolie massive et parfois fatale (e-fig. 6.144).

Une anticoagulothérapie est instituée et la patiente a eu un accouchement sans problème.



e-Figure 6.144 Embolie pulmonaire. Tomodensitométrie.

Cas 6

RUPTURE DU TENDON CALCANÉEN

Un homme de 45 ans a récemment repris le squash. Durant une partie, il tente un coup droit et ressent une violente douleur dans le talon. Il pense que son partenaire l'a frappé avec sa raquette. Quand il se retourne, il se rend compte que son partenaire est trop loin pour l'avoir frappé.

En quelques minutes, la cheville est le siège d'un œdème. Le patient se rend compte immédiatement qu'il est incapable de toute flexion plantaire active du pied. Un peu plus tard, un hématome apparaît au niveau de la cheville.

Les diagnostics possibles sont une lésion traumatique des os ou des parties molles.

Une lésion osseuse peut être éliminée car il n'y a, à l'examen, aucune douleur au niveau du squelette. Il s'agit d'une lésion des parties molles. À l'examen, on note un œdème de la cheville avec hématome sous-cutané. Le blessé est incapable de se tenir sur la pointe du pied droit et, en position couchée sur le ventre, on peut palper un sillon correspondant à une rupture du tendon calcanéen.

Ce patient présente une histoire typique de rupture du tendon calcanéen. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) pratiquée confirme le diagnostic (e-fig. 6.145).

Le patient subit une opération destinée à réparer le tendon.

La guérison est facilement obtenue mais le patient n'a pas repris le squash.



e-Figure 6.145 IRM (pondérée en T2) dans le plan sagittal de la cheville montrant la rupture du tendon calcanéen.

Cas 7

ANÉVRISME ARTÉRIEL POPLITÉ

Un homme de 67 ans note une tuméfaction à la face postérieure de son genou. La masse mesure approximativement 4 cm de diamètre. Le patient par ailleurs se porte bien et n'a aucun antécédent particulier.

La tuméfaction s'est développée à partir d'un élément de la fosse poplitée.

La fosse poplitée comprend le nerf ischiatique (et sa division en deux rameaux terminaux), l'artère et la veine poplitées. Il y a aussi de nombreuses bourses séreuses à la face postérieure du genou et, enfin, les muscles et les tendons de la fosse poplitée. Il est possible que la masse se soit développée à partir de ces structures postérieures du genou comprenant les bourses synoviales, les ménisques, les muscles et les tendons de cette région.

Les masses les plus habituelles dans la fosse poplitée sont les kystes poplités, les anévrismes poplités et les kystes artériels adventiciels.

Un examen clinique attentif révèle que la tumeur est pulsatile et met en évidence à l'auscultation un souffle lié à la turbulence du flux artériel dans l'anévrisme.

Le diagnostic d'anévrisme artériel poplité est posé.

Un anévrisme artériel est une dilatation anormale d'une artère. Il est rare que son diamètre dépasse 5 cm car il est habituellement dépisté avant d'atteindre cette taille.

À la différence des autres anévrismes, l'histoire naturelle des anévrismes poplités est la formation d'un thrombus provoquant une ischémie distale plus qu'une rupture. Il est nécessaire de faire un examen de tout l'arbre artériel pour s'assurer qu'il n'y a pas d'autres anévrismes, notamment au niveau de l'aorte.

(suite)

Cas 7 – *(Suite)*

L'autre diagnostic possible est un kyste poplité ou un kyste adventiciel.

Le kyste poplité, ou kyste de Baker, est une poche synoviale qui se développe dans la région postéromédiale du genou. Le kyste se développe entre le chef médial du gastrocnémien et le tendon semimembraneux dans la fosse poplitée. Quelquefois, il migre vers le tibia et entoure les tendons qui forment la patte d'oie (sartorius, gracile et semitendineux).

Le kyste artériel adventiciel développé à partir de la paroi de l'artère est peu fréquent.

Une étude aux ultrasons est pratiquée.

Avec une échographie-Doppler (temps réel), les dimensions de l'anévrisme poplité sont évaluées et le flux vasculaire étudié. Les diagnostics de kyste poplité et de kyste adventiciel peuvent être écartés.

Le patient est opéré. Le kyste artériel est excisé et la continuité artérielle rétablie par une greffe interposée. Les suites opératoires sont très simples.

Cas 8

RUPTURE DU LIGAMENT TALOFIBULAIRE ANTÉRIEUR

Une jeune femme, après une course à pied, se présente à son médecin avec un œdème important à la face latérale de la cheville. Courant sur un terrain inégal, elle s'est tordu le pied accidentellement.

Une fracture de la cheville est évoquée.

Des radiographies standard face et profil de la cheville ne révèlent aucune lésion osseuse.

Il est conseillé à la patiente le repos, une déambulation avec béquilles ainsi que la prise d'analgésiques. Le diagnostic porté est celui d'une simple entorse de la cheville.

Au cours des semaines suivantes, le gonflement et l'œdème disparaissent et la patiente reprend la course mais constate que, souvent, sa cheville lâche et est instable. Elle consulte un chirurgien orthopédiste pour un nouveau bilan. L'examen révèle l'existence d'un tiroir antérieur de la cheville.

À ce stade de l'examen, il est utile de se rappeler le mécanisme du traumatisme. Habituellement, lors de la marche et de la course sur un sol dur, la phase finale de l'appui est accompagnée d'une supination du pied. Si le pied est bloqué dans un trou ou bute sur une motte de terre, cette supination se poursuit et porte la cheville en inversion et flexion plantaire forcées. Ce mouvement provoque une traction anormale sur le complexe ligamentaire latéral, conduisant à une rupture des structures ligamentaires d'avant en arrière. En premier, le ligament talofibulaire antérieur se rompt, suivi du ligament talocalcanéen, puis du ligament talofibulaire postérieur. Dans les cas de ruptures ligamentaires majeures, il faut redouter le risque d'une instabilité permanente de la cheville.

À l'examen, tout tiroir antérieur (4 à 5 mm par rapport à la cheville du côté opposé) suggère une rupture du ligament talofibulaire antérieur.

Le ligament talofibulaire antérieur peut être examiné en plaçant les pieds en flexion plantaire maximale. S'il y a 10° de différence entre les deux chevilles, une rupture du ligament talofibulaire antérieur doit être suspectée. La rupture des trois ligaments du complexe latéral est rare, et fréquemment associée à d'autres lésions traumatiques.

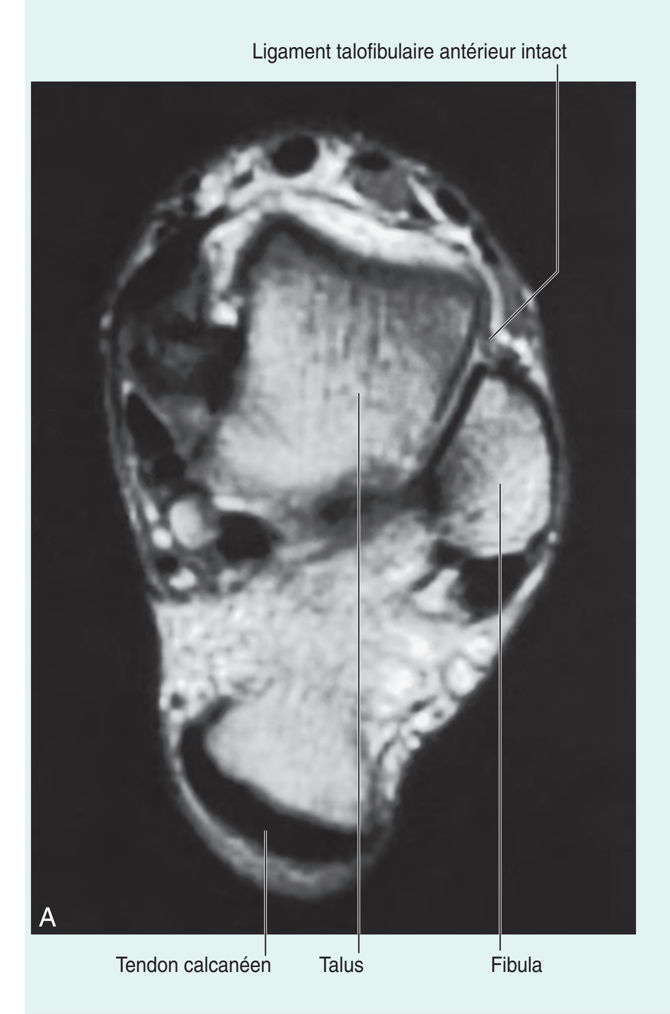
Une imagerie par résonance magnétique (IRM) fut pratiquée pour évaluer les lésions.

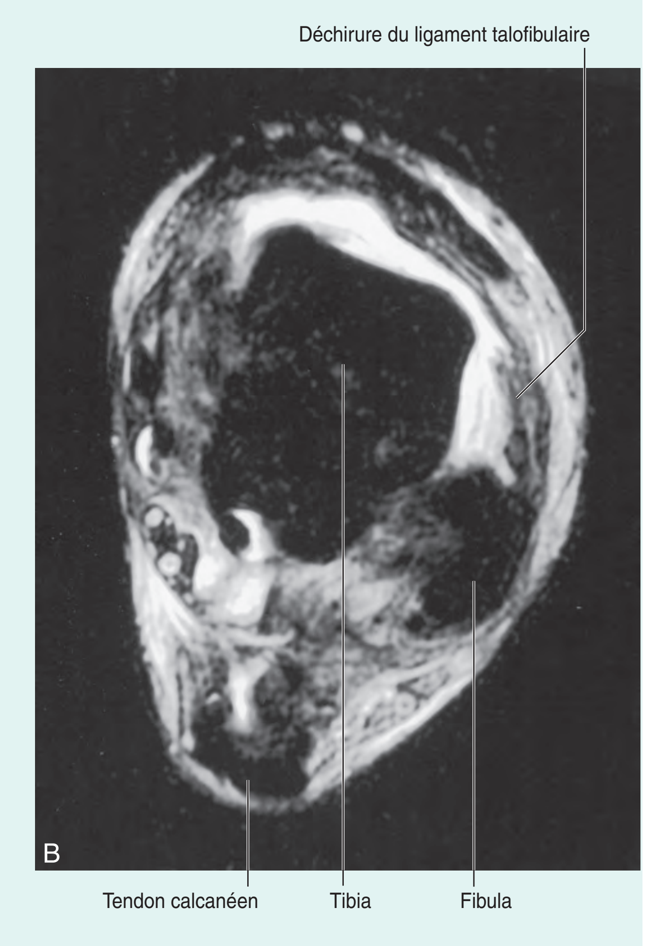
L'IRM peut être utilisée pour visualiser les ligaments, permettant d'évaluer les lésions des complexes ligamentaires

Cas 8 *(Suite)*

médial et latéral et des tissus mous qui unissent les os de l'arrière-pied.

Malheureusement pour cette patiente, une rupture du ligament talofibulaire antérieur est confirmée (e-fig. 6.146) qui doit être réparée chirurgicalement.





e-Figure 6.146 **A.** IRM (pondérée en T1) dans le plan axial d'une cheville normale montrant un ligament talofibulaire antérieur intact. **B.** Imagerie par résonance magnétique (pondérée en T2) dans un plan axial montrant une déchirure du ligament talofibulaire.

7

Membre supérieur

Fabrice Duparc, Jacques Duparc, Jean-Luc Gahdoun

Vue globale

INTRODUCTION

Le membre supérieur est en relation avec la partie latérale de la portion inférieure du cou et avec la paroi thoracique. Il est attaché au tronc par de nombreux muscles et par l'articulation sternoclaviculaire. En se fondant sur la répartition des articulations majeures du membre supérieur et sur son squelette, on peut le diviser en quatre segments : épaule, bras, avant-bras et main (fig. 7.1A).

L'épaule est la partie du membre supérieur attachée au tronc (fig. 7.1B).

Le bras est la partie du membre supérieur comprise entre l'épaule et le coude ; l'avant-bras est situé entre le coude et le poignet ; et la main est le prolongement du poignet.

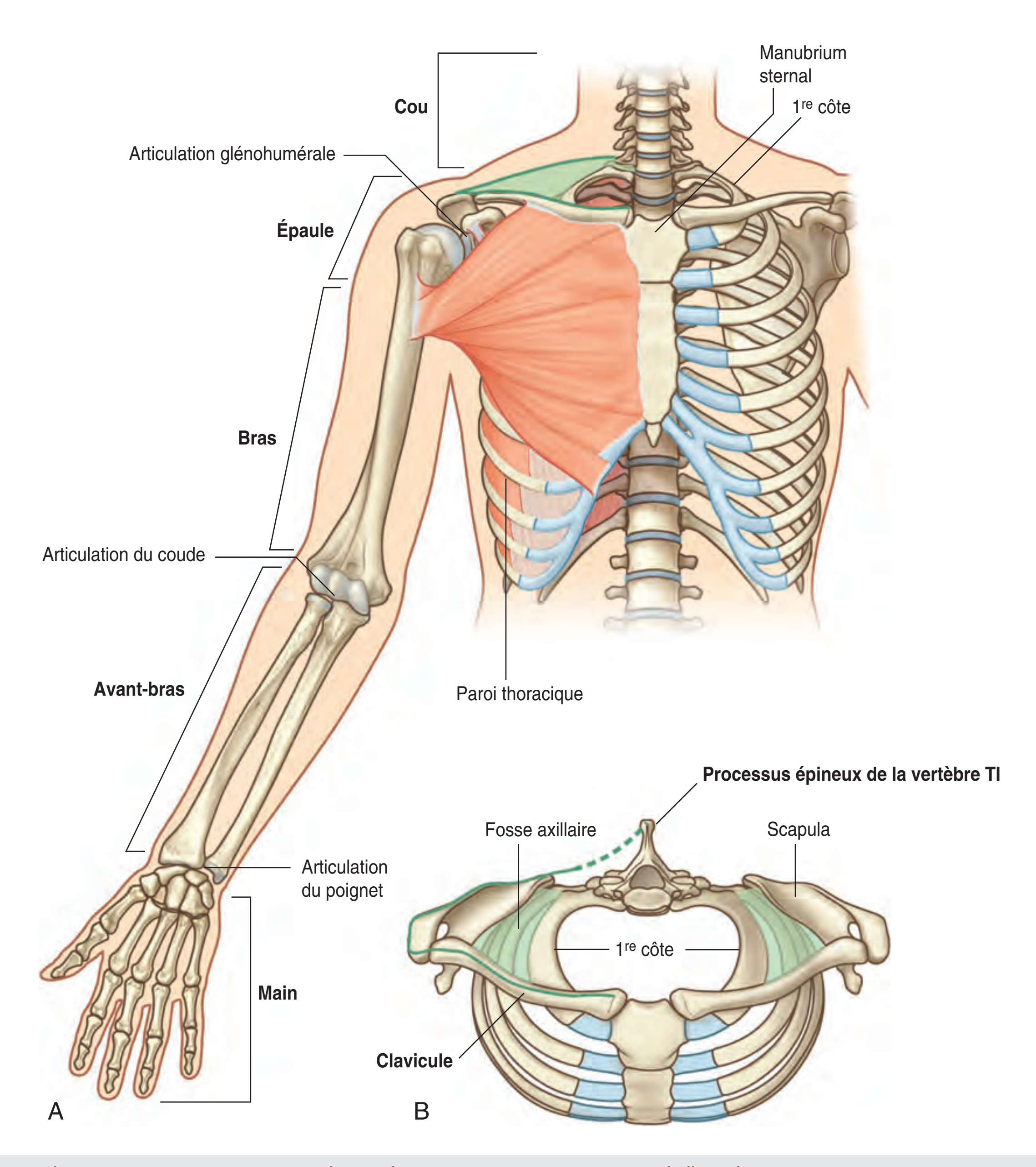


Figure 7.1 Membre supérieur. **A.** Vue antérieure du membre supérieur. **B.** Vue supérieure de l'épaule.



La région axillaire, le pli du coude et le canal carpien sont des zones de transition entre les différentes parties du membre (fig. 7.2). D'importantes structures tendineuses, vasculaires et nerveuses passent à travers ou sont en relation avec ces régions.

La région axillaire est une pyramide irrégulière délimitée par les muscles et les os de l'épaule et par la face latérale de la paroi thoracique. L'apex, ou ouverture supérieure, s'ouvre directement dans la partie basse du cou. La peau de la fosse axillaire forme le plancher. Toutes les structures majeures qui passent du cou au bras traversent la fosse axillaire.

Le pli du coude est une dépression triangulaire délimitée par les muscles antérieurs de l'articulation du coude. La principale artère, l'artère brachiale, et les principaux nerfs des membres supérieurs, dont le nerf médian, passent du bras à l'avant-bras en traversant le pli du coude.

Le canal carpien est la voie d'accès de la main. Les parois postérieure, latérale et médiale du canal forment une arche constituée par les petits os du carpe de la partie proximale de la main. Une épaisse bande de tissu conjonctif, le retinaculum des fléchisseurs des doigts, relie les deux bords de l'arche et forme la paroi antérieure du tunnel. Le nerf médian et tous les tendons fléchisseurs passent de l'avant-bras aux doigts de la main par le canal carpien.

FONCTIONS

Positionnement de la main

À l'inverse du membre inférieur qui sert de support au corps et assure la stabilité et la locomotion, le membre supérieur, mobile, a comme fonction essentielle de positionner la main dans l'espace.

L'épaule est attachée au tronc essentiellement par des muscles. Elle est de ce fait très mobile par rapport au corps. Les glissements antérieur et postérieur et la rotation de la scapula sur la paroi thoracique modifient considérablement la position de l'**articulation glénohumérale** (**articulation de l'épaule**) et, par voie de conséquence, augmentent la portée de la main (fig. 7.3). L'articulation glénohumérale permet au bras de se mouvoir autour de trois axes dans l'espace avec une grande

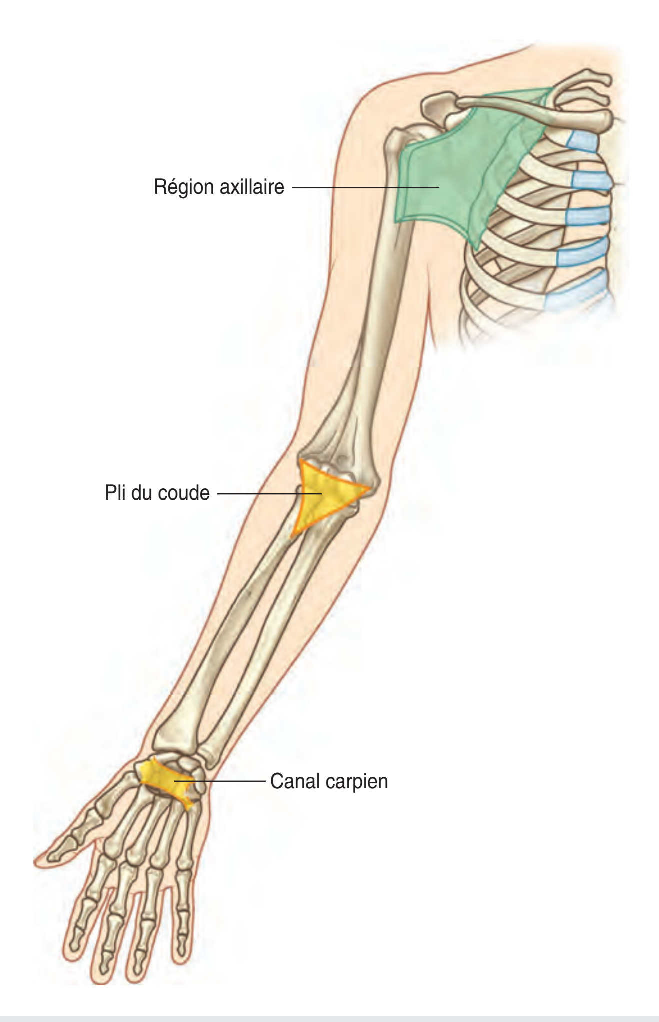


Figure 7.2 Zones de transition du membre supérieur.

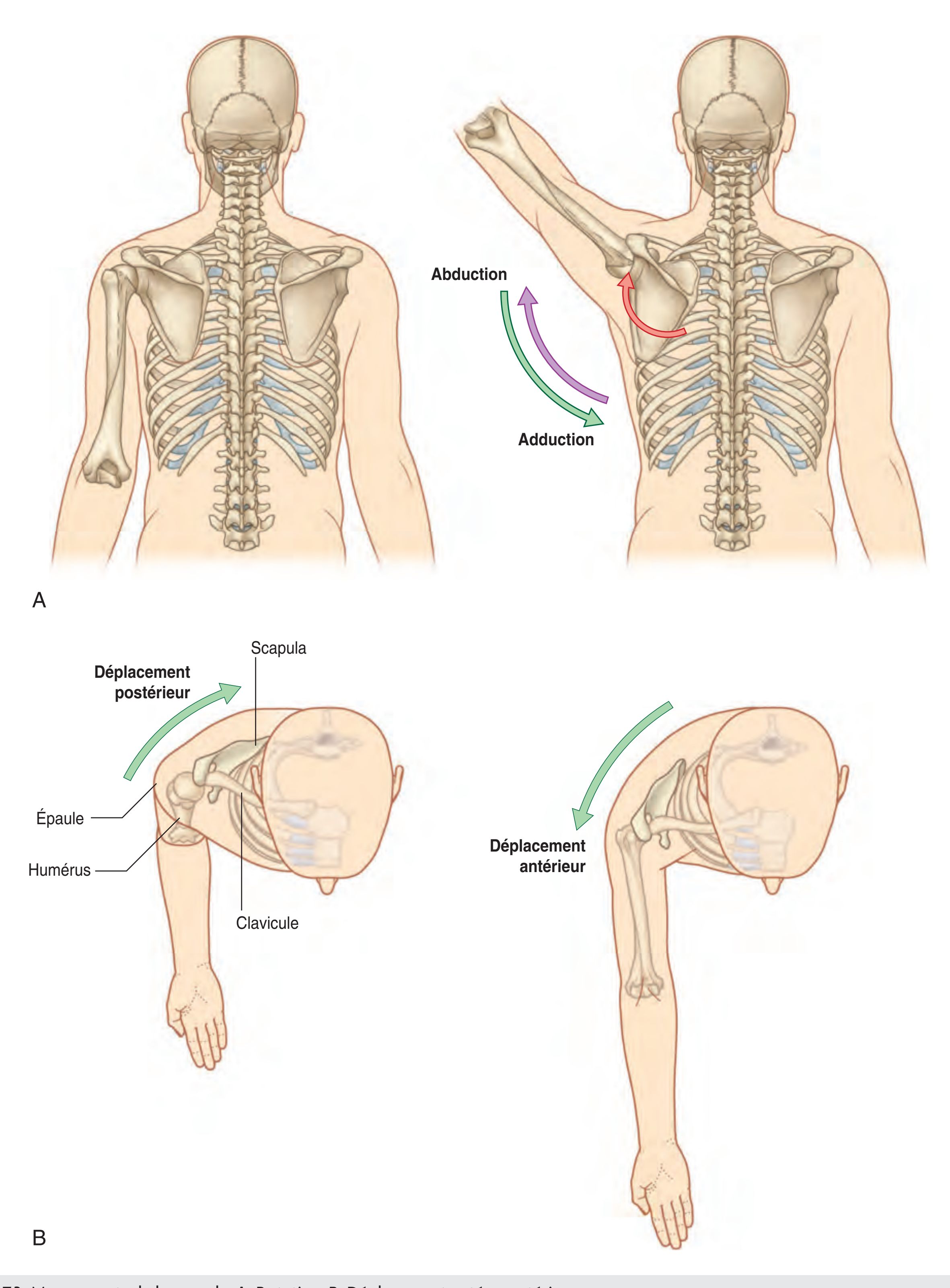


Figure 7.3 Mouvements de la scapula. **A.** Rotation. **B.** Déplacement antéropostérieur.

amplitude. Les mouvements du bras au niveau de cette articulation sont la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction, la rotation latérale (rotation externe) et la rotation médiale (rotation interne) (fig. 7.4).

Le principal mouvement de l'**articulation du coude** est la flexion et l'extension de l'avant-bras (fig. 7.5A). À l'autre extrémité de l'avant-bras, la partie distale de l'os latéral, le radius, peut tourner autour de la tête de l'os médial adjacent, l'ulna. La main, articulée avec le radius, peut facilement se mouvoir et se présenter soit la paume en avant, soit la paume en arrière grâce à la rotation de la partie distale du radius autour de l'ulna (fig. 7.5B). Ce mouvement, appelé pronation,



Flexion
Extension
Rotation médiale
Rotation latérale
Adduction
Abduction
Abduction
Flexion
Extension
Circumduction
Adduction

Figure 7.4 Mouvements du bras et de l'articulation glénohumérale.

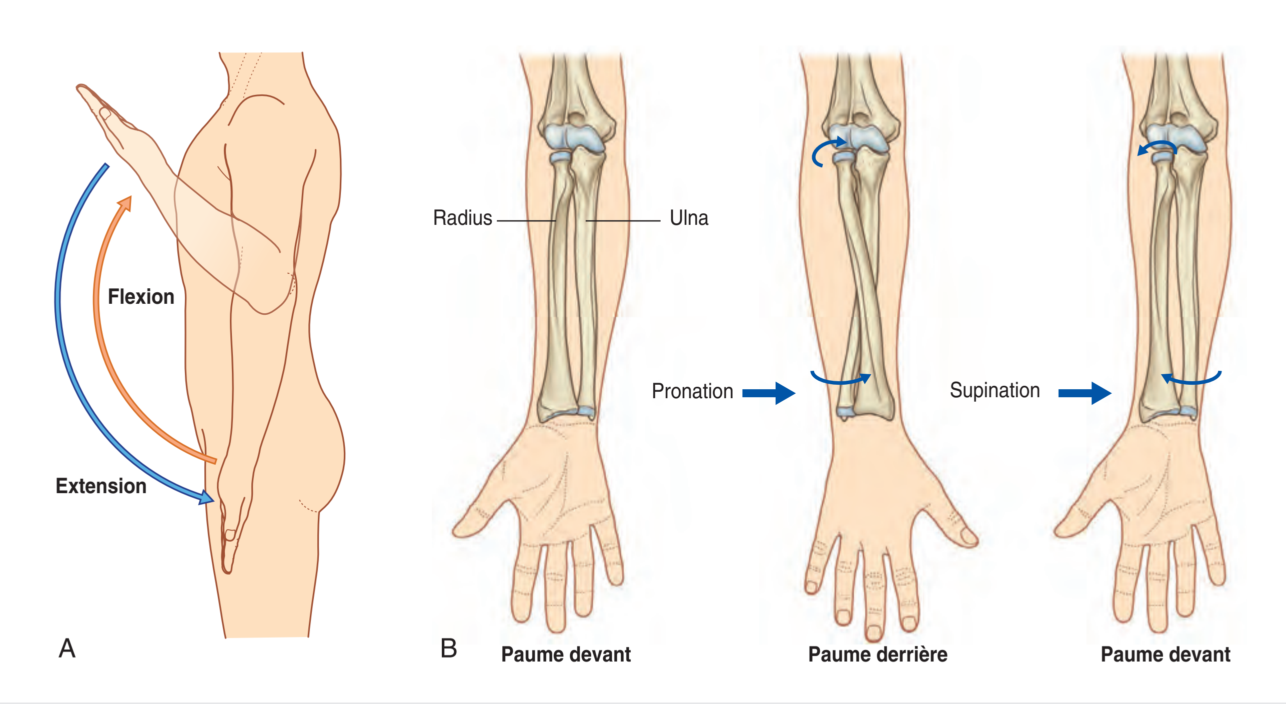


Figure 7.5 Mouvement de l'avant-bras. **A.** Flexion et extension au coude. **B.** Pronation et supination.

se situe entièrement au niveau de l'avant-bras. La supination permet de ramener la main en position anatomique.

Au niveau de l'**articulation du poignet**, la main peut être le siège de nombreux mouvements : inclinaison ulnaire, inclinaison radiale, flexion, extension et circumduction (fig. 7.6). Ces mouvements, combinés avec ceux de l'épaule, du bras et de l'avant-bras, permettent à la main l'accès à un grand espace d'utilisation par rapport au corps.

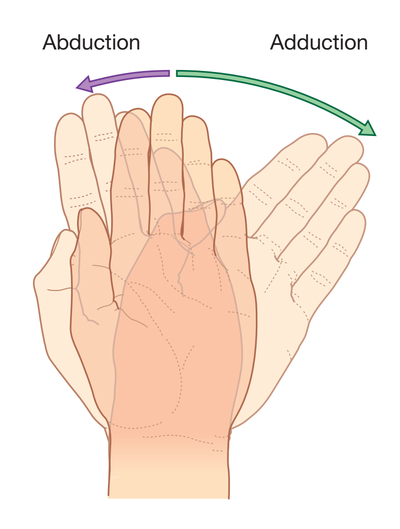
La main, outil mécanique

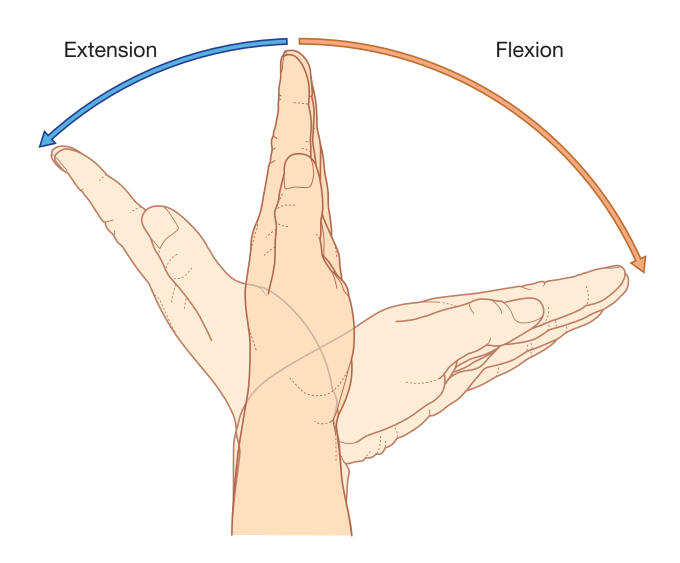
Une des principales fonctions de la main est de saisir et de manipuler les objets. La préhension des objets est généralement réalisée par la flexion des doigts contre le pouce. En fonction du type de prise, les muscles de la main agissent :

- soit en modifiant l'action des tendons longs venus de l'avant-bras qui s'insèrent sur les doigts ;
- soit en permettant une combinaison de mouvements articulaires dans chaque doigt qui ne peuvent être générés par la seule action des tendons longs fléchisseurs et longs extenseurs venant de l'avant-bras.

La main, outil sensoriel

La main est utilisée pour discerner les objets par le toucher. Les pulpes à la face palmaire de l'extrémité des doigts contiennent une haute densité de récepteurs sensoriels somatiques. Par ailleurs, le cortex sensoriel du cerveau dévolu à l'interprétation de l'information de la main et en particulier du pouce est largement disproportionné par rapport à d'autres régions de la peau.





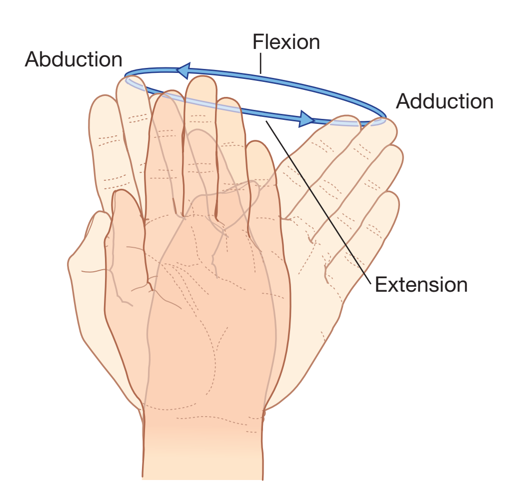


Figure 7.6 Mouvements de la main au poignet.

ÉLÉMENTS ANATOMIQUES

Squelette et articulations

Les os de l'épaule sont la scapula, la clavicule et la partie proximale de l'humérus (fig. 7.7).

La clavicule s'articule médialement avec le sternum et latéralement avec l'acromion de la scapula, qui passe en voûte au-dessus de l'articulation glénohumérale de la scapula et de la tête de l'humérus (articulation glénohumérale).

L'humérus est l'os du bras (fig. 7.7). La partie distale de l'humérus est articulée avec les os de l'avant-bras au niveau de l'articulation du coude. Cette articulation permet les mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras.

L'avant-bras contient deux os :

- l'os latéral est le radius ;
- l'os médial est l'ulna (fig. 7.7).

Au niveau de l'articulation du coude, les extrémités proximales du radius et de l'ulna s'articulent entre elles et avec l'humérus distal.

En plus de la flexion et de l'extension de l'avant-bras, le coude permet au radius de tourner sous l'humérus tout en glissant contre l'extrémité supérieure de l'ulna permettant la pronation et la supination de la main.

Les parties distales de l'ulna et du radius s'articulent aussi entre elles. Cette articulation permet à la partie distale du

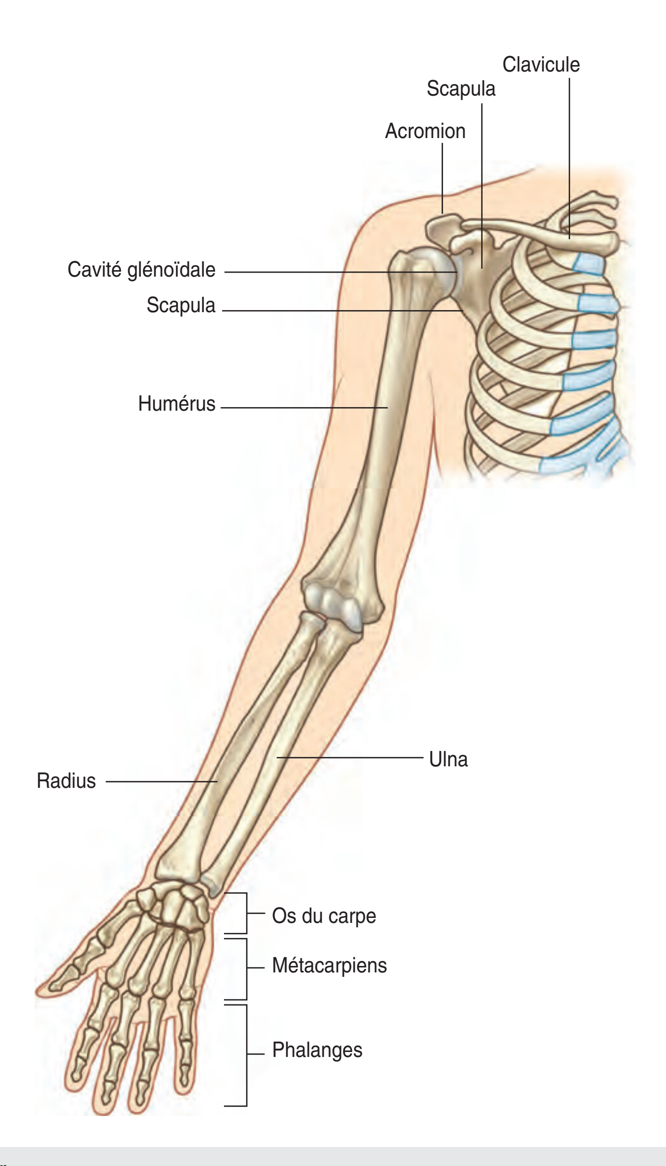


Figure 7.7 Os du membre supérieur.

radius de basculer de la partie latérale à la partie médiale de l'ulna durant la pronation de la main.

L'articulation du poignet est formée par l'extrémité distale du radius et les os du carpe de la main, et par un disque articulaire entre la partie distale de l'ulna et les os du carpe.

Les os de la main sont les os du carpe, du métacarpe et des phalanges (fig. 7.7).

Les cinq doigts de la main sont le pouce, l'index, le majeur, l'annulaire et l'auriculaire.

Les articulations entre les huit os du carpe ne permettent que des mouvements limités. Les os du carpe fonctionnent, le plus souvent, comme un bloc unique.

Les cinq métacarpiens, un pour chaque doigt, sont les premiers composants squelettiques de la main (fig. 7.7).

L'articulation entre le métacarpien du pouce (1er métacarpien) et un des os du carpe permet une plus grande mobilité que celle des articulations carpométacarpiennes des doigts longs.

Distalement, les têtes des 2e, 3e, 4e et 5e métacarpiens (excepté celui du pouce) sont reliées par de puissants ligaments. L'absence de connexion ligamentaire entre les métacarpiens du pouce et de l'index et l'**articulation en selle** biaxiale entre le métacarpien du pouce et le carpe permettent au pouce d'avoir une plus grande liberté de mouvement que tous les autres doigts de la main.

Les os des doigts sont les phalanges (fig. 7.7). Le pouce en a deux alors que les autres doigts en ont trois.

Les articulations métacarpophalangiennes sont des **articulations condyliennes** biaxiales (**articulations ellipsoïdes**) qui permettent les mouvements d'abduction, d'adduction, de flexion, d'extension et de circumduction (fig. 7.8). L'abduction et l'adduction des doigts sont définies par référence à un axe qui passe par le centre du 3e doigt en position anatomique. Le 3e doigt ou majeur peut donc se mettre en abduction à la fois médialement et latéralement et retourner à sa position axiale en adduction. Les articulations interphalangiennes sont essentiellement des **articulations charnières** qui autorisent la flexion et l'extension.

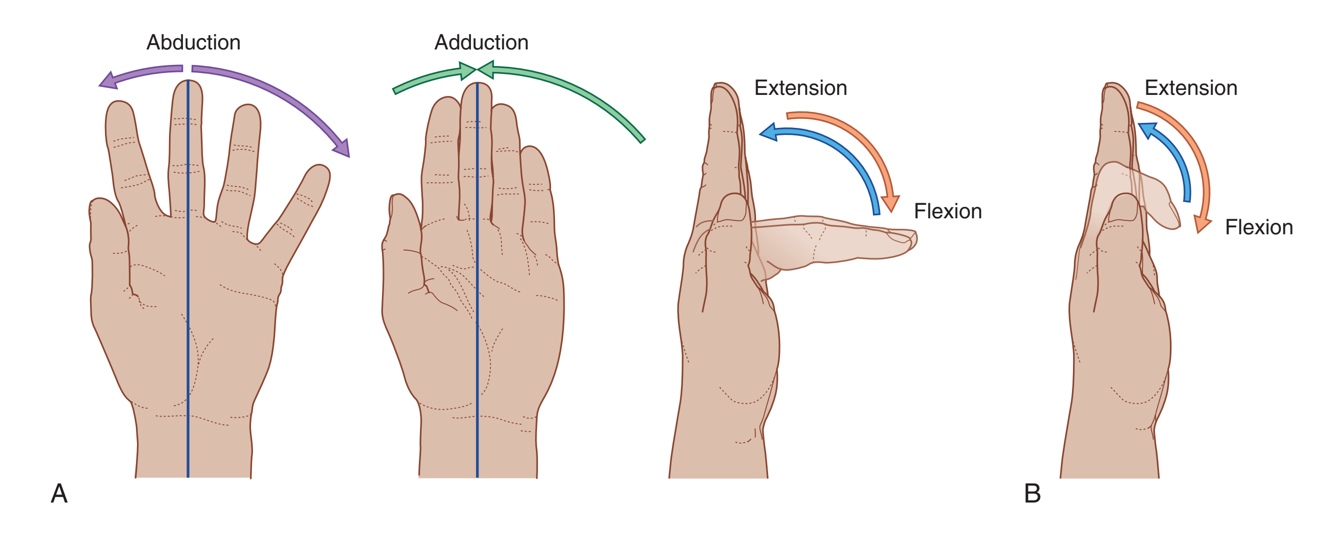


Figure 7.8 A. Mouvements des articulations métacarpophalangiennes. **B.** Mouvements des articulations interphalangiennes.

Muscles

Quelques muscles de l'épaule, comme les muscles trapèze, élévateur de la scapula et rhomboïdes, attachent la scapula et la clavicule au tronc. D'autres muscles attachent la clavicule et la scapula à la partie interne de la partie proximale de l'humérus. Ce sont les muscles grand pectoral, petit pectoral, grand dorsal, grand rond et deltoïde (fig. 7.9A,B). Les plus importants de ces muscles sont les muscles de la coiffe des rotateurs – subscapulaire, supraépineux, infraépineux et petit rond – qui unissent la scapula à l'humérus, et assurent la coaptation et les mobilités actives de l'articulation glénohumérale (fig. 7.9C).

Figure 7.9 Muscles de l'épaule. **A.** Épaule postérieure. **B.** Épaule antérieure. **C.** Muscles de la coiffe des rotateurs.

Les muscles dans le bras et l'avant-bras sont séparés en compartiments antérieur (fléchisseurs) et postérieur (extenseurs) par les fascias, le squelette et les ligaments (fig. 7.10).

Le compartiment antérieur du bras s'étend sur la partie antérieure du bras et est séparé des muscles du compartiment postérieur par l'humérus et des septums intermusculaires médiaux et latéraux. Ces septums intermusculaires sont en continuité avec les fascias profonds qui entourent le bras et s'attachent sur les bords de l'humérus.

Dans l'avant-bras, les compartiments antérieur et postérieur sont séparés par un septum intermusculaire latéral, le radius, l'ulna et par une membrane interosseuse qui joint les bords adjacents du radius et de l'ulna (fig. 7.10).

Les muscles du bras agissent principalement pour mouvoir l'avant-bras au niveau du coude, alors que les muscles de l'avant-bras ont pour principale fonction les mouvements du poignet, de la main, des doigts et du pouce.

Les muscles se trouvant intégralement dans la main, les «muscles intrinsèques», génèrent des mouvements délicats et indépendants des doigts de la main. Ils modifient les forces produites par les tendons arrivant aux doigts et au pouce à partir de l'avant-bras (les «muscles extrinsèques»). Parmi les muscles intrinsèques de la main, on trouve les trois petits muscles thénariens qui forment l'**éminence thénar**, au niveau de la face palmaire du 1[er] métacarpien. Les muscles thénariens permettent au pouce de se mouvoir de manière relativement indépendante par rapport aux autres doigts.

RAPPORTS AVEC LES AUTRES RÉGIONS

Cou

Le membre supérieur est directement relié au cou et est situé sur chaque côté de l'**ouverture thoracique supérieure**. On retrouve à la base du cou l'**ouverture axillaire**, formée par :

- le bord latéral de la 1[re] côte;
- la partie postérieure de la clavicule;
- la partie supérieure de la scapula;
- la partie médiale du processus coracoïde (fig. 7.11).

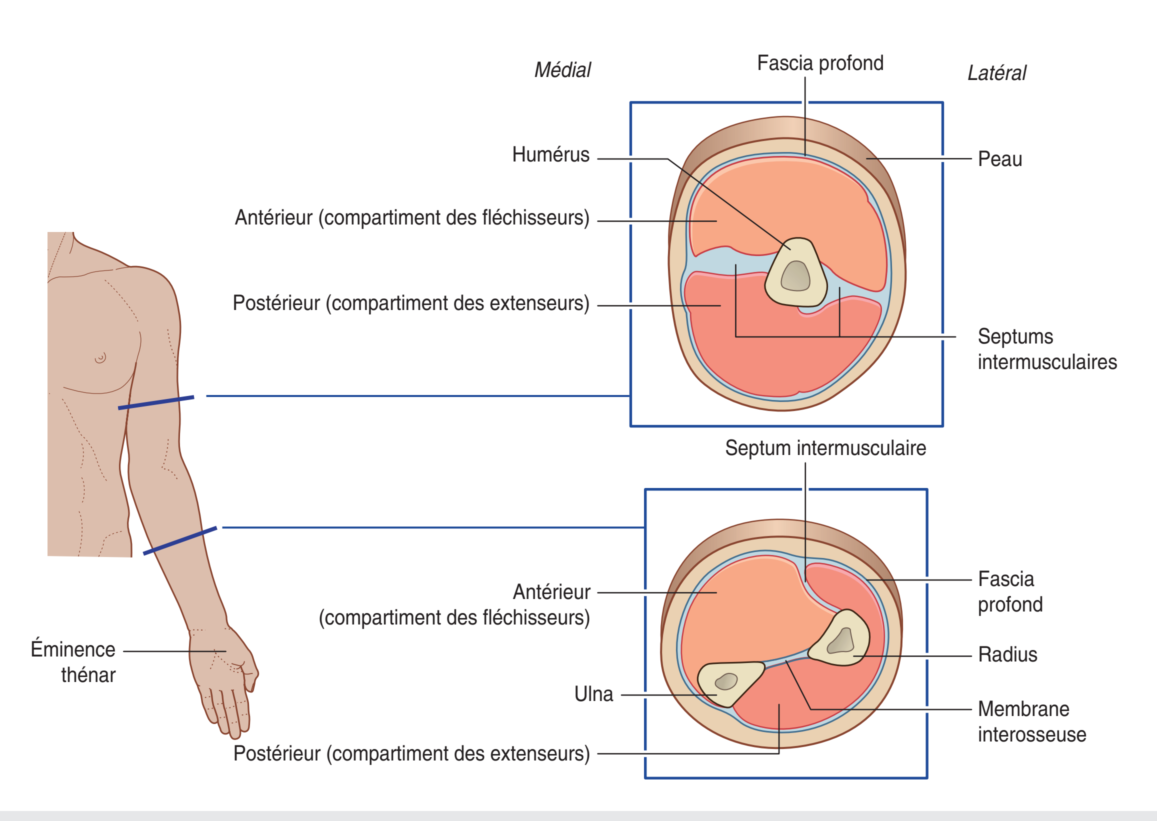


Figure 7.10 Contenu musculaire du bras et de l'avant-bras.





L'artère principale du membre supérieur et sa veine satellite passent du thorax au membre supérieur en croisant la face supérieure de la 1re côte pour rejoindre l'ouverture axillaire. Les nerfs, qui viennent principalement de la portion cervicale de la moelle spinale, passent aussi à travers l'ouverture axillaire et la fosse axillaire pour atteindre le membre supérieur.

Dos et paroi thoracique

Les muscles qui relient le squelette de l'épaule au tronc sont aussi en relation avec le dos et la paroi thoracique. Ils comprennent les muscles trapèze, élévateur de la scapula, petit rhomboïde, grand rhomboïde et grand dorsal (fig. 7.12).

Nerfs du membre supérieur
Entrée de la fosse axillaire
Bord supérieur de la scapula
Veine axillaire
Artère axillaire
Bord latéral de la 1re côte
Bord médial du processus coracoïde
Fosse axillaire
Humérus

Figure 7.11 Relations entre le membre supérieur et le cou.

Le sein à la face antérieure de la paroi thoracique a un certain nombre de connexions avec la fosse axillaire et le membre supérieur. Il est situé sur le muscle grand pectoral qui forme la plus grande partie de la paroi antérieure de la fosse axillaire et qui attache l'humérus à la paroi thoracique (fig. 7.13). Souvent, une partie du sein connue sous le nom de prolongement axillaire s'étend du bord latéral du grand pectoral à la fosse axillaire.

Le drainage lymphatique des parties supérieure et latérale du sein se fait de manière prédominante au niveau des nœuds lymphatiques axillaires. Plusieurs artères et veines, qui nourrissent ou drainent la glande mammaire, sont aussi tributaires des principaux vaisseaux de la fosse axillaire.

POINTS CLÉS

Innervation par les nerfs cervicaux et thoraciques supérieurs

L'innervation du membre supérieur est assurée par le plexus brachial qui est formé par les rameaux antérieurs des nerfs spinaux

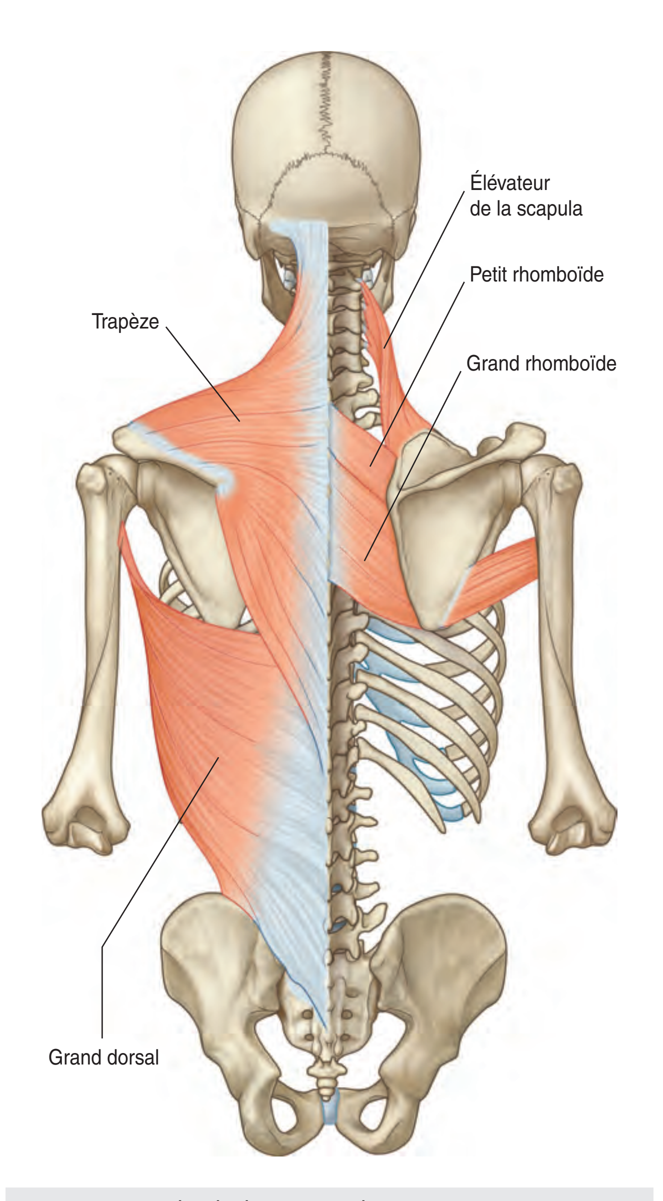


Figure 7.12 Muscles du dos et paroi thoracique.

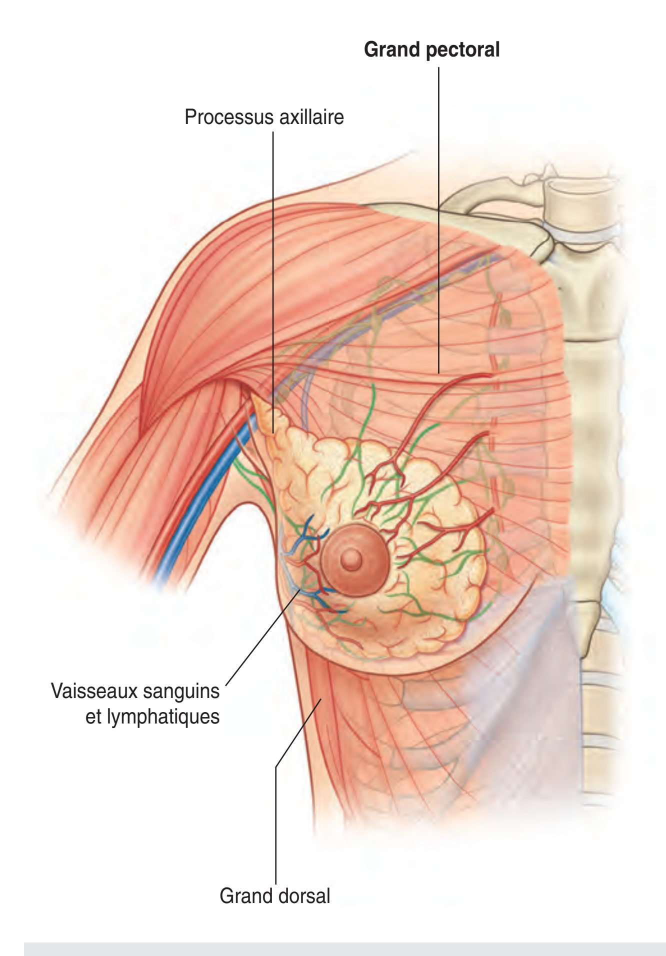


Figure 7.13 Sein.



cervicaux de C5 à C8 et T1 (fig. 7.14). Ce plexus est à son origine formé au niveau du cou puis pénètre par l'ouverture axillaire dans l'aisselle. Les principaux nerfs qui concernent le bras, l'avant-bras et la main naissent du plexus brachial dans la fosse axillaire.

La conséquence de cette distribution est la possibilité de tester les nerfs spinaux cervicaux inférieurs (C5 à C8) ainsi que T1 en examinant les dermatomes, les myotomes et les réflexes tendineux du membre supérieur. Une autre conséquence est que les signes cliniques liés aux nerfs cervicaux inférieurs – douleur, picotements, paresthésies et fibrillations musculaires – surviennent au niveau du membre supérieur.

Les dermatomes du membre supérieur (fig. 7.15A) sont souvent testés pour étudier les sensibilités. Les zones où les dermatomes se chevauchent sont réduites correspondent pour :

- la région latérosupérieure de l'avant-bras C5 ;
- la pulpe du pouce au niveau médullaire C6 ;
- la pulpe de l'index au niveau médullaire C7 ;
- la pulpe de l'auriculaire au niveau médullaire C8 ;
- la peau à la face médiale du coude au niveau médullaire T1.

Des mouvements actifs articulaires permettent de tester les myotomes (fig. 7.15B) :

- l'abduction du bras au niveau de l'articulation glénohumérale est principalement contrôlée par C5 ;
- la flexion de l'avant-bras au coude est contrôlée principalement par C6 ;
- la flexion du poignet est principalement contrôlée par C7 ;
- la flexion des doigts est contrôlée principalement par C8 ;
- l'abduction et l'adduction de l'index, du majeur et de l'annulaire sont principalement contrôlées par T1.

Figure 7.14 Innervation du membre supérieur.

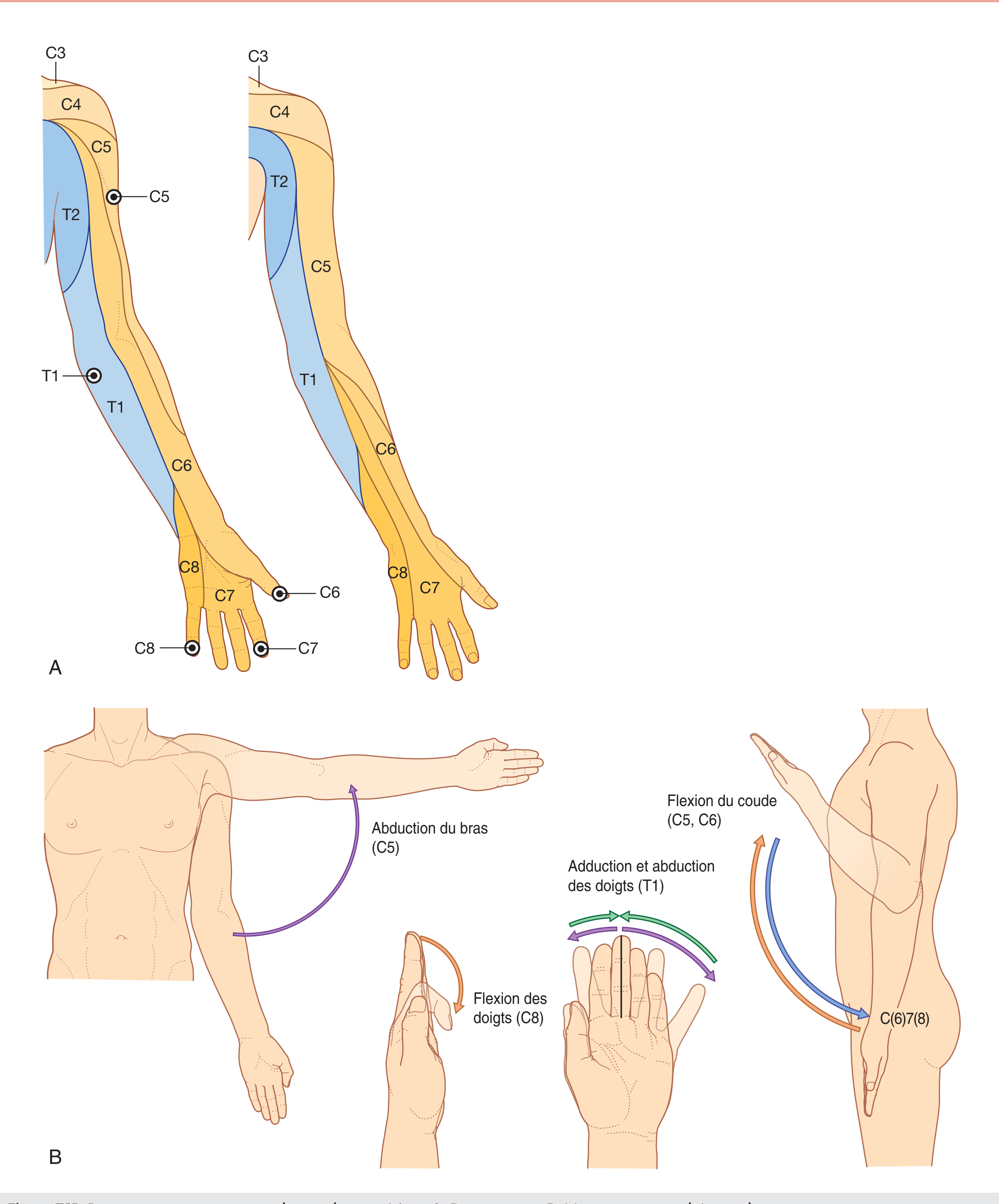


Figure 7.15 Dermatomes et myotomes du membre supérieur. **A.** Dermatomes. **B.** Mouvements produits par les myotomes.

Chez un patient inconscient, les fonctions sensitives et motrices de la moelle spinale peuvent être testées par l'étude des réflexes tendineux :

- une percussion légère sur le tendon du biceps dans le pli du coude teste principalement la racine C6 ;
- une percussion légère sur le tendon du triceps en arrière du coude teste principalement la racine C7.

Le principal niveau médullaire assurant l'innervation du diaphragme, C4, est juste au-dessus des racines destinées au membre supérieur.

L'étude des dermatomes et des myotomes du membre supérieur peut donner d'importantes informations, notamment à propos des problèmes respiratoires qui peuvent survenir comme complication d'un traumatisme de la moelle spinale juste au-dessous du niveau spinal C4.

Chacun des principaux muscles du bras et de l'avant-bras ainsi que les muscles intrinsèques de la main sont innervés de manière prédominante par un des nerfs majeurs provenant du plexus brachial dans la fosse axillaire (fig. 7.16A) :

Figure 7.16 Nerfs du membre supérieur. **A.** Principaux nerfs du bras et de l'avant-bras. **B.** Régions cutanées antérieures et postérieures innervées par les principaux nerfs périphériques du bras et de l'avant-bras.

- tous les muscles du compartiment antérieur du bras sont innervés par le nerf musculocutané ;
- le nerf médian innerve les muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras, avec deux exceptions – un fléchisseur du poignet (le muscle fléchisseur ulnaire du carpe) et une partie du fléchisseur des doigts (la partie médiale du fléchisseur profond des doigts), innervés par le nerf ulnaire ;
- la plupart des muscles intrinsèques de la main sont innervés par le nerf ulnaire, à l'exception des muscles thénariens et des deux muscles lombricaux latéraux qui sont innervés par le nerf médian ;
- tous les muscles des compartiments postérieurs du bras et de l'avant-bras sont innervés par le nerf radial.

En plus de l'innervation des groupes musculaires, chaque nerf majeur issu du plexus brachial contient des fibres sensitives qui recueillent des informations somatiques des différents dermatomes (fig. 7.16B). Les sensations dans ces régions peuvent être utilisées comme test pour rechercher des lésions nerveuses périphériques :

- le nerf musculocutané innerve la peau de la région antérolatérale de l'avant-bras ;
- le nerf médian innerve la face palmaire des trois doigts latéraux et la moitié de l'annulaire, et le nerf ulnaire innerve le doigt le plus médial et la moitié médiale de l'annulaire ;
- le nerf radial innerve la face postérieure de l'avant-bras et la région dorsolatérale de la main.

Rapports os–nerfs

Trois nerfs importants sont directement en contact avec l'humérus (fig. 7.17).

- Le nerf axillaire, qui innerve le muscle deltoïde, est un abducteur important de l'humérus au niveau de l'articulation glénohumérale. Il passe autour de la face postérieure du col chirurgical de l'humérus, au niveau de l'humérus proximal.
- Le nerf radial innerve tous les extenseurs du membre supérieur et passe obliquement autour de la face postérieure de l'humérus à sa partie moyenne au niveau du sillon du nerf radial.
- Le nerf ulnaire, destiné à la main, passe postérieurement au contact d'une protrusion osseuse du coude, l'épicondyle médial, sur le bord médial de la portion la plus distale de l'humérus.

Les fractures de l'humérus dans une de ces trois régions peuvent entraîner des lésions nerveuses.

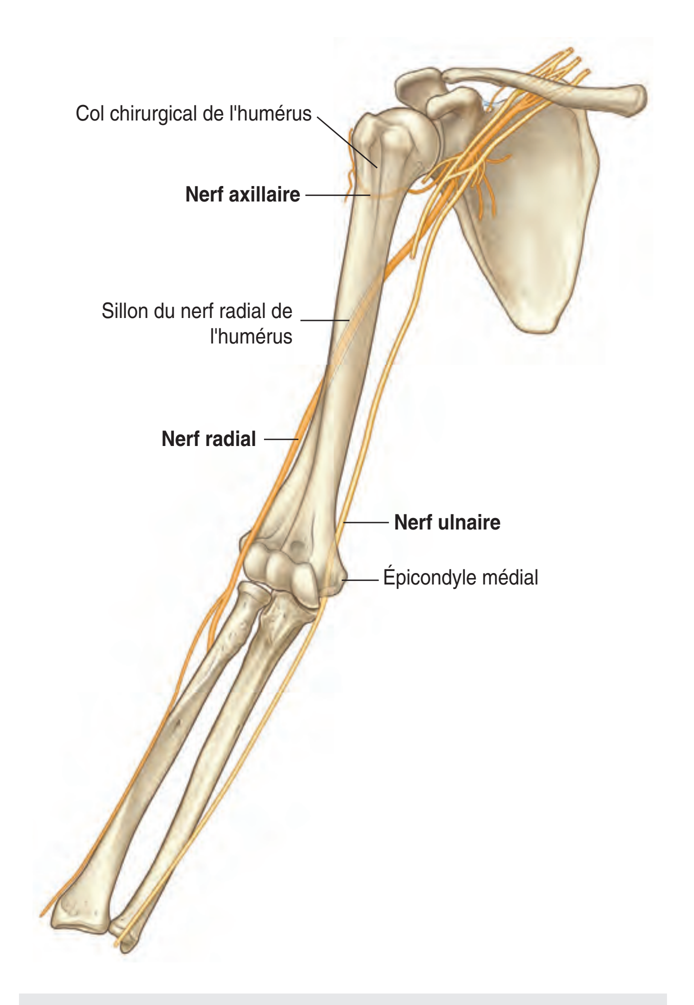


Figure 7.17 Nerfs au contact de l'humérus.



Veines superficielles

Les grandes veines localisées dans les fascias superficiels du membre supérieur sont souvent utilisées comme accès vasculaire ou pour prélever du sang chez les patients. Les plus importantes de ces veines sont les veines céphalique, basilique et médiane basilique (fig. 7.18).

Les **veines céphalique** et **basilique** sont originaires du **réseau veineux dorsal** localisé sur la face dorsale de la main.

La veine céphalique, venue de la tabatière anatomique, à la base du poignet, passe latéralement autour de la partie distale de l'avant-bras pour atteindre la face antérolatérale du membre ; elle continue ensuite proximalement, croise le coude et remonte dans le bras jusqu'à une dépression triangulaire – le **triangle clavipectoral** (**triangle deltopectoral**) – entre le muscle grand pectoral, le deltoïde et la clavicule. Dans cette dépression, la veine pénètre dans la fosse axillaire en traversant le fascia profond juste sous la clavicule.

La veine basilique prend naissance au bord médial du réseau veineux dorsal de la main et chemine à la partie postéromédiale de l'avant-bras. Ensuite, elle passe à la face antérieure du membre juste en dessous du coude et continue proximalement pour pénétrer le fascia profond à peu près à mi-bras.

Au coude, les veines céphalique et basilique sont connectées par la **veine médiane basilique**, qui croise le toit du pli du coude.

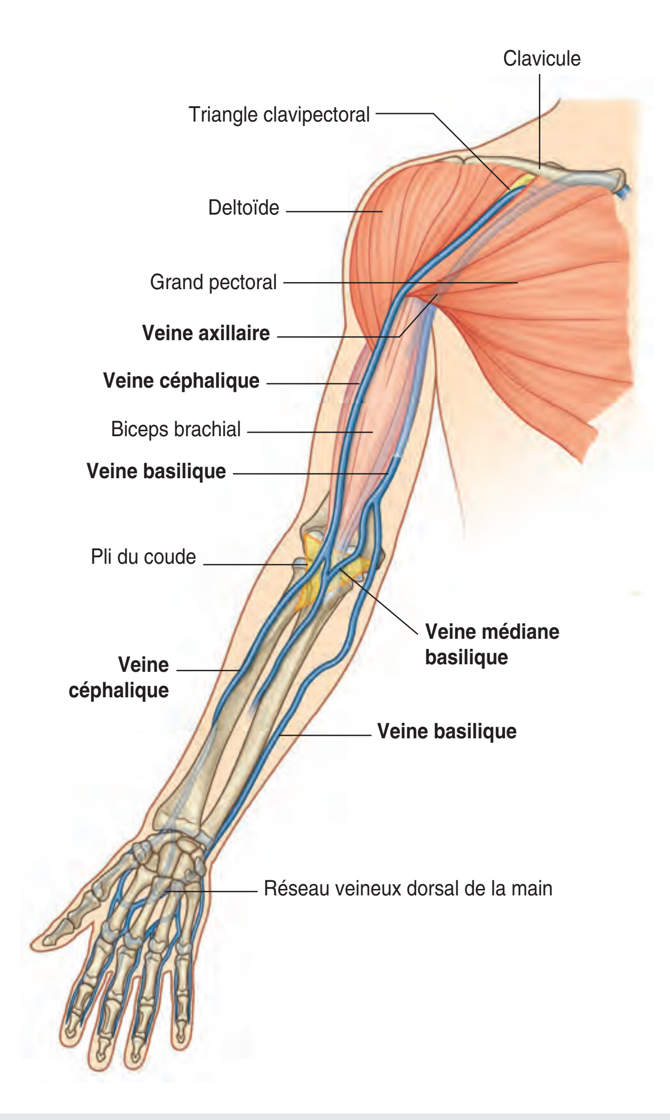


Figure 7.18 Veines au niveau des fascias superficiels du membre supérieur. L'aire du pli du coude est dessinée en jaune.

Orientation du pouce

Le pouce est positionné à angle droit par rapport à l'index, au majeur, à l'annulaire et à l'auriculaire (fig. 7.19). Il en résulte que les mouvements du pouce se font à angle droit par rapport aux autres doigts. Par exemple, la flexion du pouce lui permet de croiser la paume; à l'inverse, l'abduction l'écarte loin des doigts en angle droit par rapport à la paume.

Le fait que le pouce soit à angle droit par rapport à la paume est important, car une légère rotation du 1er métacarpien sur le poignet amène la pulpe du pouce directement en face des autres doigts. Cette opposition du pouce est essentielle pour la fonction normale de la main.

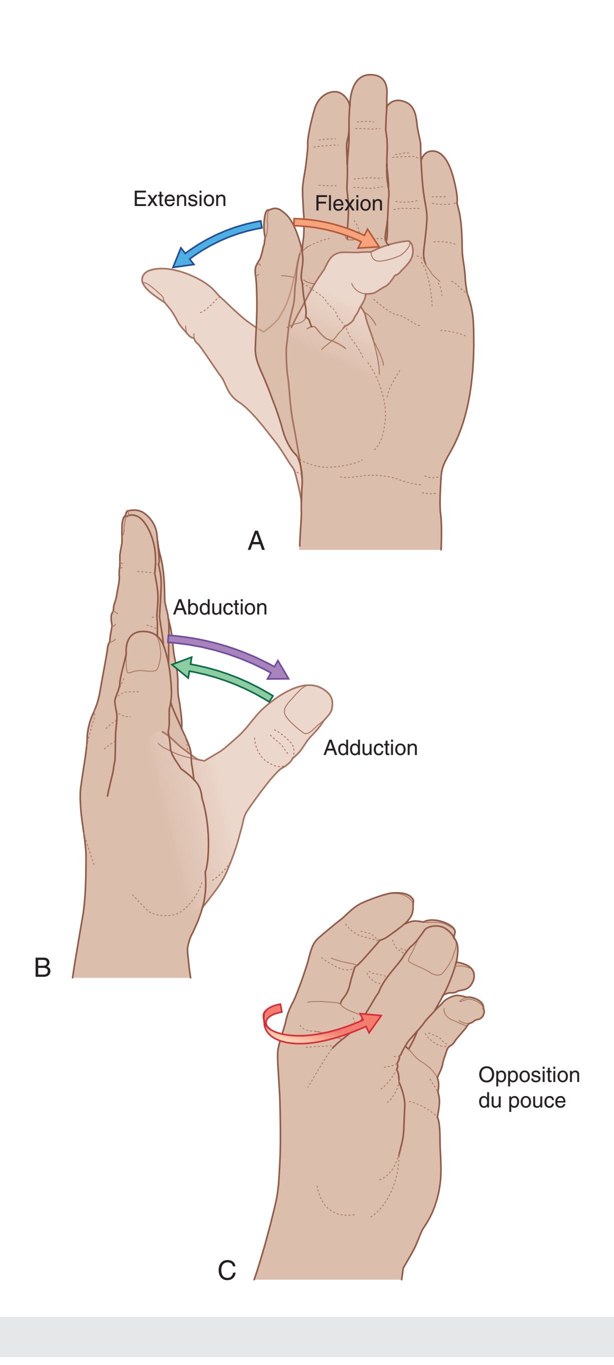


Figure 7.19 Mouvements du pouce.



Anatomie régionale

ÉPAULE

L'épaule est la région du membre supérieur attachée au tronc.

Les éléments osseux constitutifs de l'épaule sont :

- la clavicule et la scapula qui forment la **ceinture scapulaire** ;
- la partie proximale de l'humérus.

Les muscles superficiels de l'épaule sont représentés par le trapèze et le deltoïde, qui ensemble forment une chape musculaire qui entoure la partie latérale de l'épaule. Ces muscles relient respectivement la scapula et la clavicule au tronc et au bras.

Squelette

Clavicule

La clavicule est le seul os rattachant le tronc au membre supérieur. C'est un os palpable dans l'intégralité de sa longueur. Il a une forme en S, avec un segment médial à convexité antérieure et un segment latéral à concavité antérieure. La partie acromiale latérale de la clavicule est plate, tandis que la partie sternale médiale est plus volumineuse et a une forme grossièrement quadrangulaire (fig. 7.20).

L'extrémité acromiale de la clavicule possède une petite facette ovale pour s'articuler avec une facette identique du bord médial de l'acromion de la scapula.

La partie sternale a une facette articulaire plus large pour s'articuler avec le manubrium sternal et le premier cartilage costal.

La face inférieure du tiers latéral de la clavicule possède une tubérosité bien palpable (le **tubercule conoïde**) et une saillie rugueuse (la ligne trapézoïde) pour l'insertion de l'important ligament coracoclaviculaire.

De plus, les faces et les bords de la clavicule sont rugueux pour permettre l'insertion des muscles qui joignent la clavicule au tronc, au cou et au membre supérieur. La face supérieure est plus lisse que la face inférieure.

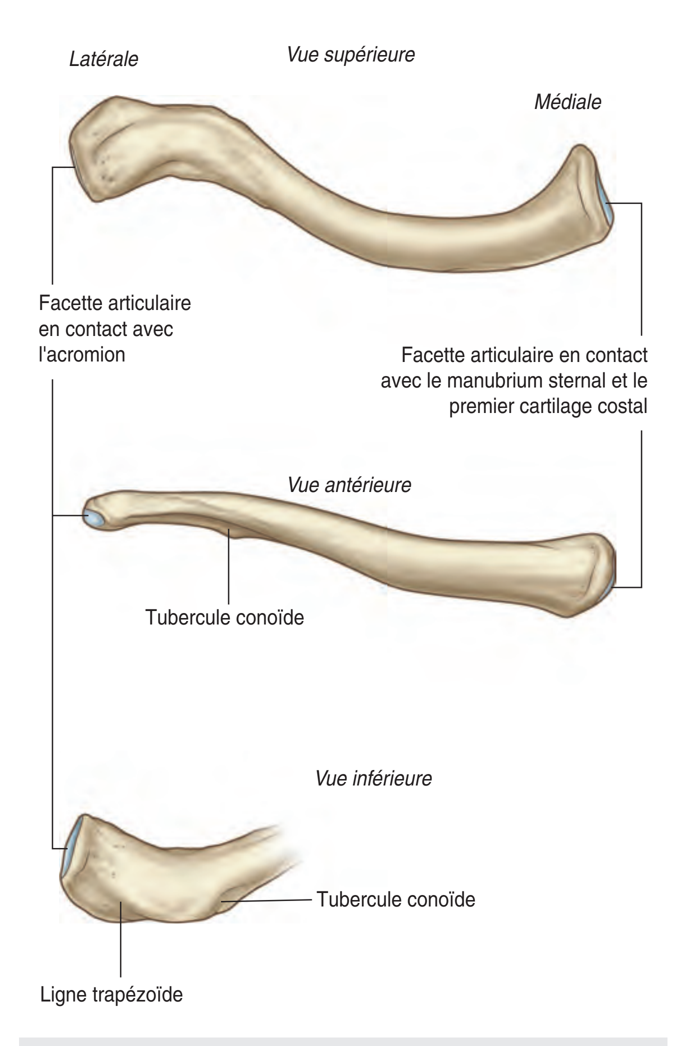


Figure 7.20 Clavicule droite.

Scapula

La scapula est un grand os plat et triangulaire avec :

- trois angles (latéral, supérieur et inférieur) ;
- trois bords (supérieur, latéral et médial) ;
- deux faces (costale et postérieure) ;
- trois processus (l'acromion, l'épine et le processus coracoïde) (fig. 7.21).

L'**angle latéral** de la scapula présente une cavité peu profonde qui a grossièrement la forme d'une virgule, la **cavité glénoïdale**, qui s'articule avec la tête de l'humérus et forme l'articulation glénohumérale (fig. 7.21B,C).

Une face triangulaire rugueuse (le **tubercule infraglénoïdal**) se trouve à la partie inférieure de la cavité glénoïdale. C'est le site d'insertion du chef long du muscle triceps brachial.

Le **tubercule supraglénoïdal**, moins marqué, est localisé à la partie supérieure de la cavité glénoïdale. Sur ce tubercule s'insère le chef long du muscle biceps brachial.

Une **épine** proéminente sépare la **face postérieure** de la scapula en deux parties. La supérieure, plus petite, est la **fosse**

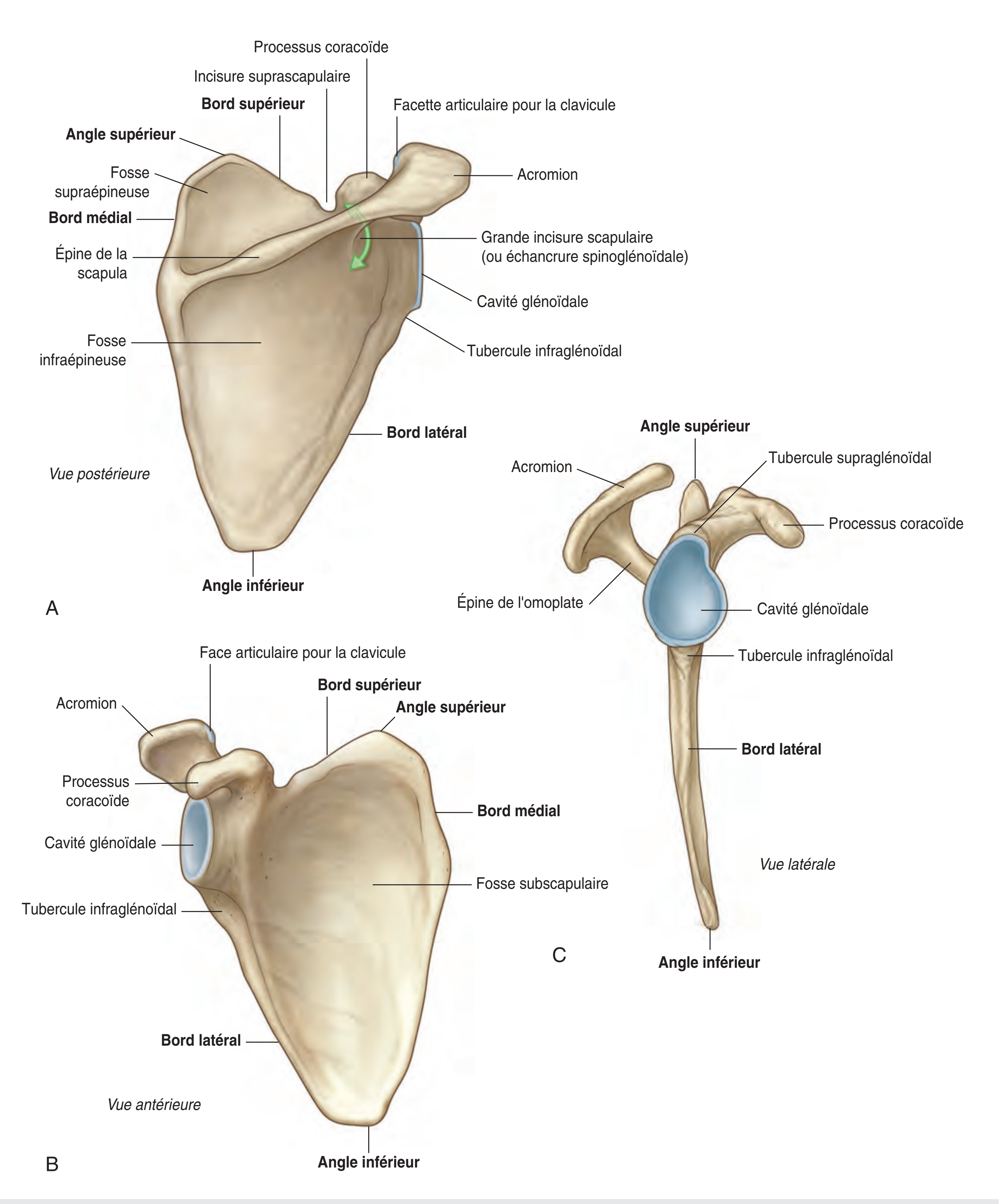


Figure 7.21 Scapula. **A.** Vue postérieure d'une scapula droite. **B.** Vue antérieure de la face postérieure. **C.** Vue latérale.

supraépineuse, et l'inférieure, plus grande, la **fosse infraépineuse** (fig. 7.21A).

L'**acromion** est un prolongement antérolatéral de l'épine qui s'étend au-dessus de l'articulation glénohumérale et s'articule par une petite facette ovale à sa partie distale avec la clavicule.

La région entre l'angle latéral de la scapula et l'insertion de l'épine à la face postérieure de la scapula est la grande incisure scapulaire (échancrure spinoglénoïdale).

À l'inverse de la face postérieure, la **face costale** de la scapula est plate. Elle se caractérise par une concavité (la **fosse subscapulaire**) peu profonde sur toute son étendue (fig. 7.21B). Sur la face costale et sur ses bords s'insèrent des muscles, notamment le **muscle subscapulaire**. La face costale de la scapula se meut librement sur la paroi thoracique sous-jacente.

Le bord latéral de la scapula est dur et épais pour l'insertion des muscles, tandis que le bord médial et le bord supérieur sont plus fins et étroits.

Le bord supérieur est marqué à ses extrémités par :

- le **processus coracoïde**, structure en forme de crochet qui se projette en avant et latéralement, et se situe juste en dessous de la partie latérale de la clavicule ;
- une petite incisure bien visible, l'**incisure suprascapulaire**, qui se trouve immédiatement à la partie médiale du processus coracoïde.

L'épine et l'acromion peuvent être facilement palpés chez les patients, de même que la pointe du processus coracoïde, l'angle inférieur et une grande partie du bord médial de la scapula.

Partie proximale de l'humérus

La partie proximale de l'humérus comprend la tête, le col anatomique, le tubercule majeur, le tubercule mineur, le col chirurgical et la partie supérieure de la diaphyse humérale (fig. 7.22).

La **tête** a une forme de demi-sphère qui regarde médialement et légèrement vers le haut, et s'articule avec la cavité glénoïdale de la scapula, de calibre plus réduit.

Le **col anatomique**, très court, est formé par un rétrécissement juste en arrière de la tête. Il s'étend entre la tête et les tubercules majeur et mineur latéralement, et entre la tête et la diaphyse plus médialement.

Tubercules majeur et mineur

Les **tubercules majeur** et **mineur** sont des faces proéminentes au niveau de la partie proximale de l'humérus. Ils sont le siège de l'insertion des quatre muscles de la coiffe des rotateurs de l'articulation glénohumérale.

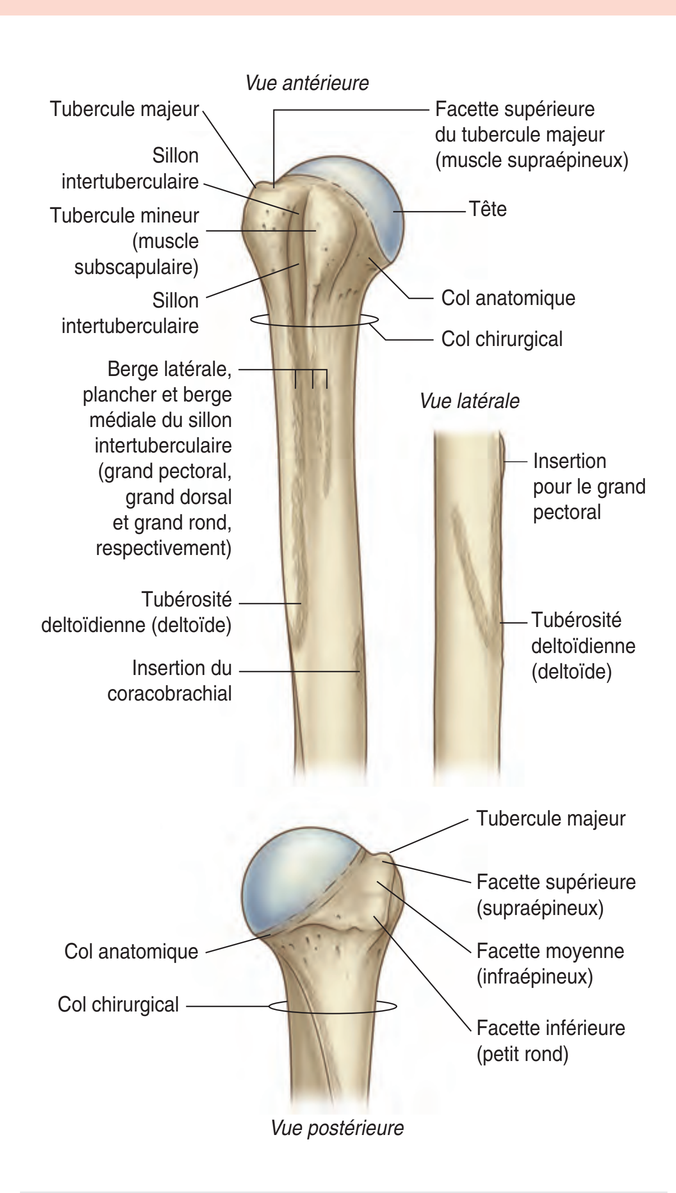


Figure 7.22 Partie proximale d'un humérus droit.

Le tubercule majeur est latéral. Ses faces postérieure et supérieure présentent trois grandes facettes où s'insèrent les tendons des muscles suivants :

- la facette supérieure pour l'insertion du muscle supraépineux ;
- la facette moyenne pour l'insertion du muscle infraépineux ;
- la facette inférieure pour l'insertion du muscle petit rond.

Le tubercule mineur est antérieur ; sa face est marquée par une grande zone d'insertion destinée au muscle subscapulaire.

Un **sillon intertuberculaire profond** (**sillon bicipita**l) sépare les tubercules majeur et mineur, et se prolonge en bas sur la partie proximale de la diaphyse humérale (fig. 7.22). Le tendon du chef long du biceps brachial passe dans ce sillon.

Les lèvres rugueuses latérale et médiale et le plancher du sillon intertuberculaire sont respectivement les sites d'insertion des muscles grand pectoral, grand rond et grand dorsal.

La lèvre latérale du sillon intertuberculaire se continue en bas par la **tubérosité deltoïdienne**, en forme de V, sur la face latérale de l'humérus à la moitié de la diaphyse (fig. 7.22). Cette zone correspond à l'insertion du muscle deltoïde sur l'humérus.

Approximativement au même niveau, mais plus médialement, on trouve un sillon étroit où s'insère le muscle coracobrachial.

Col chirurgical

Une des plus importantes structures de l'humérus est le **col chirurgical** (fig. 7.22). Cette région est orientée dans le plan horizontal entre l'expansion proximale de l'humérus (tête, col anatomique et tubercules) et la diaphyse. Le nerf axillaire et l'artère circonflexe humérale postérieure, en passant de la fosse axillaire à la région deltoïdienne, sont situés juste en arrière du col chirurgical. Le col chirurgical est une région plus fragile que la partie plus proximale de l'humérus. C'est un site fréquent de fracture. L'association à des lésions nerveuses (nerf axillaire) et artérielles (artère circonflexe humérale postérieure) est possible.

En clinique

Traumatismes de la partie proximale de l'humérus
Il est extrêmement rare que des fractures se produisent au niveau du col anatomique de l'humérus à cause de l'obliquité qu'une telle fracture devrait avoir pour traverser la région la plus épaisse de l'os. De façon plus habituelle, les fractures surviennent au niveau du col chirurgical de l'humérus. Le nerf axillaire et l'artère circonflexe humérale postérieure peuvent être endommagés par ce type de fracture ; néanmoins, cette éventualité est rare. Il est important de tester le nerf axillaire avant de réduire une luxation de l'épaule, pour vérifier que le traumatisme initial n'a pas lésé le nerf et s'assurer que le traitement lui-même ne provoque pas un déficit neurologique.

Articulations

Les trois articulations de l'épaule sont l'articulation sternoclaviculaire, l'articulation acromioclaviculaire et l'articulation glénohumérale.

Les articulations sternoclaviculaire et acromioclaviculaire lient les deux os de la ceinture scapulaire entre eux et au tronc. Les mouvements combinés au niveau de ces deux articulations permettent à la scapula de se mobiliser avec une grande facilité contre la paroi thoracique. Cette possibilité de mouvements augmente de façon substantielle la mobilité du membre supérieur.

L'articulation glénohumérale est l'articulation entre l'humérus du bras et la scapula.

Articulation sternoclaviculaire

L'articulation sternoclaviculaire est située entre la partie proximale de la clavicule et l'incisure claviculaire du manubrium sternal, avec une petite participation du premier cartilage costal (fig. 7.23). C'est une articulation synoviale en selle. La cavité articulaire est séparée en deux compartiments par un disque articulaire. L'articulation sternoclaviculaire permet des mouvements de la clavicule principalement dans les plans antéropostérieur et vertical. Des petits mouvements de rotation sont aussi possibles.

L'articulation sternoclaviculaire est entourée d'une capsule qui est renforcée par quatre ligaments :

- les **ligaments sternoclaviculaires antérieur** et **postérieur** sont localisés respectivement en avant et en arrière de l'articulation ;

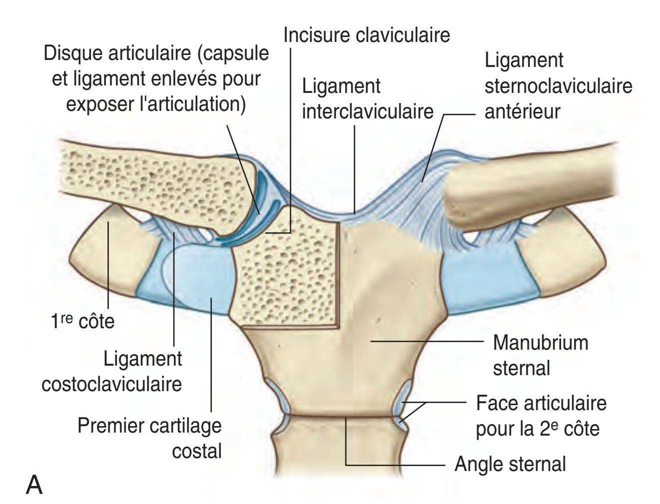




Figure 7.23 Articulation sternoclaviculaire **A.** Os et ligaments. **B.** Reconstruction volumiques par tomodensitométrie multibarettes.



- le **ligament interclaviculaire** relie les deux parties proximales des clavicules entre elles et la face supérieure du manubrium sternal ;
- le **ligament costoclaviculaire**, situé latéralement, unit la partie proximale de la clavicule à la première côte et à son cartilage costal.

Articulation acromioclaviculaire

L'articulation acromioclaviculaire est une petite articulation synoviale entre une facette ovale sur le bord médial de l'acromion et une facette similaire sur la partie acromiale de la clavicule (fig. 7.24, voir aussi fig. 7.31). Cette articulation permet des mouvements dans les plans verticaux et antéropostérieurs et quelques petits mouvements de rotation.

L'**articulation acromioclaviculaire** est entourée par une capsule articulaire et elle est renforcée par :

- un petit **ligament acromioclaviculaire** supérieur sur la face dorsale de l'articulation étendu de la clavicule à l'acromion ;
- un **ligament coracoclaviculaire** plus grand, qui n'est pas directement en relation avec l'articulation, mais qui est un solide ligament accessoire. Il permet à la clavicule de supporter le poids du membre supérieur et de maintenir la position de la clavicule par rapport à l'acromion. Il est situé entre le processus coracoïde de la scapula et la face inférieure de la partie distale de l'acromion. Il comprend un **ligament trapézoïde**, antérieur, attaché à la ligne trapézoïde de la clavicule, et un **ligament conoïde**, postérieur, attaché au tubercule conoïde de la clavicule.

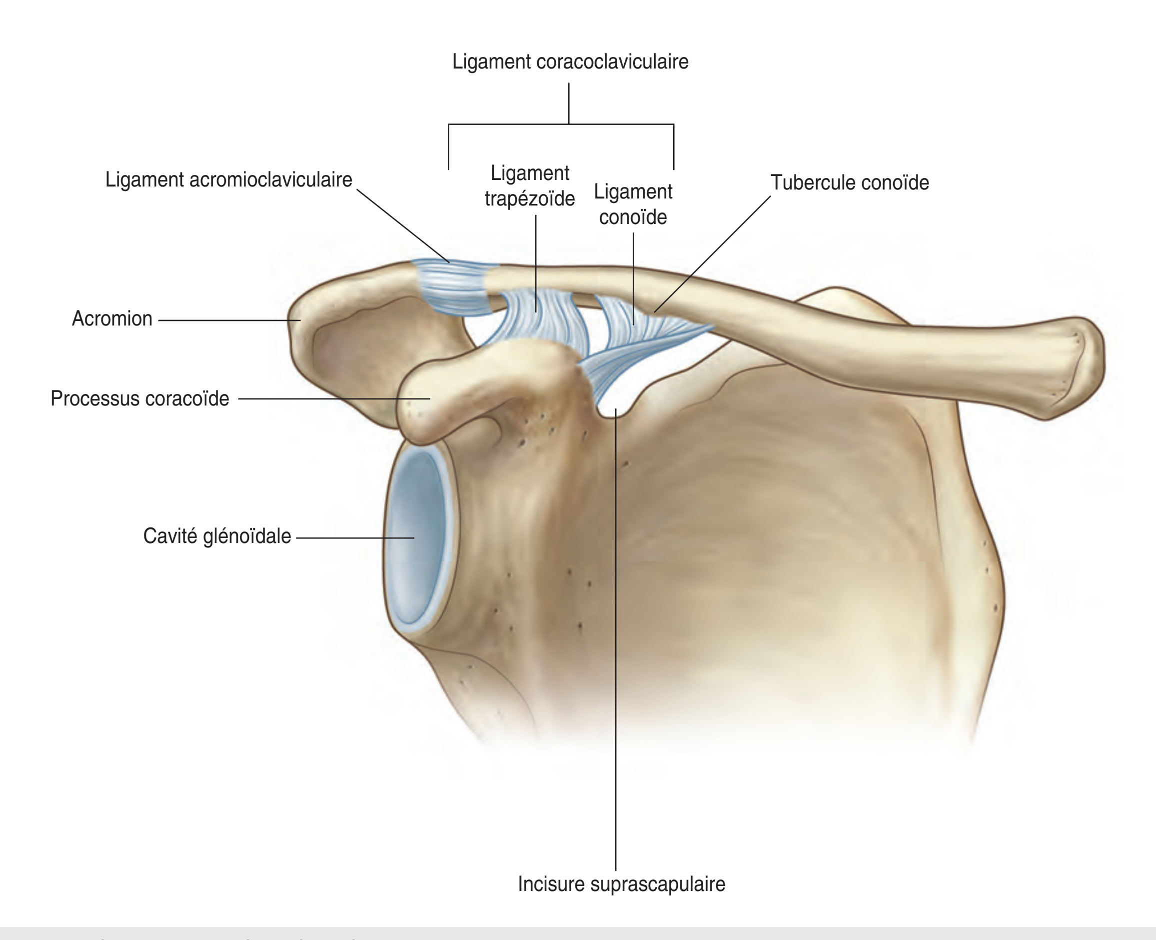


Figure 7.24 Articulation acromioclaviculaire droite.

Articulation glénohumérale

L'**articulation glénohumérale** est une articulation synoviale, sphéroïde, entre la tête de l'humérus et la cavité glénoïdale de la scapula (fig. 7.25). C'est une articulation multiaxiale qui permet une grande liberté de mouvement, au détriment de la stabilité. La stabilité de cette articulation est assurée par les muscles de la coiffe des rotateurs, le tendon du chef long du muscle biceps brachial, les processus osseux juxta-articulaires et les ligaments extra-articulaires. Les mouvements autorisés sont la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction, la rotation latérale et la rotation médiale.

Les surfaces articulaires sont représentées par une grande sphère au niveau de la tête de l'humérus, et une cavité peu profonde et moins étendue pour la face glénoïdale de la scapula (fig. 7.25). Ces deux surfaces sont recouvertes de cartilage hyalin.

La cavité glénoïdale, peu profonde, se prolonge par une structure fibrocartilagineuse en collerette (le **labrum glénoïdal**), qui s'insère à la périphérie de la cavité. La partie supérieure du labrum est en continuité avec le tendon du chef long du biceps brachial, qui s'insère sur le tubercule supraglénoïdal et qui chemine ensuite dans la cavité articulaire à la partie supérieure de la tête de l'humérus.

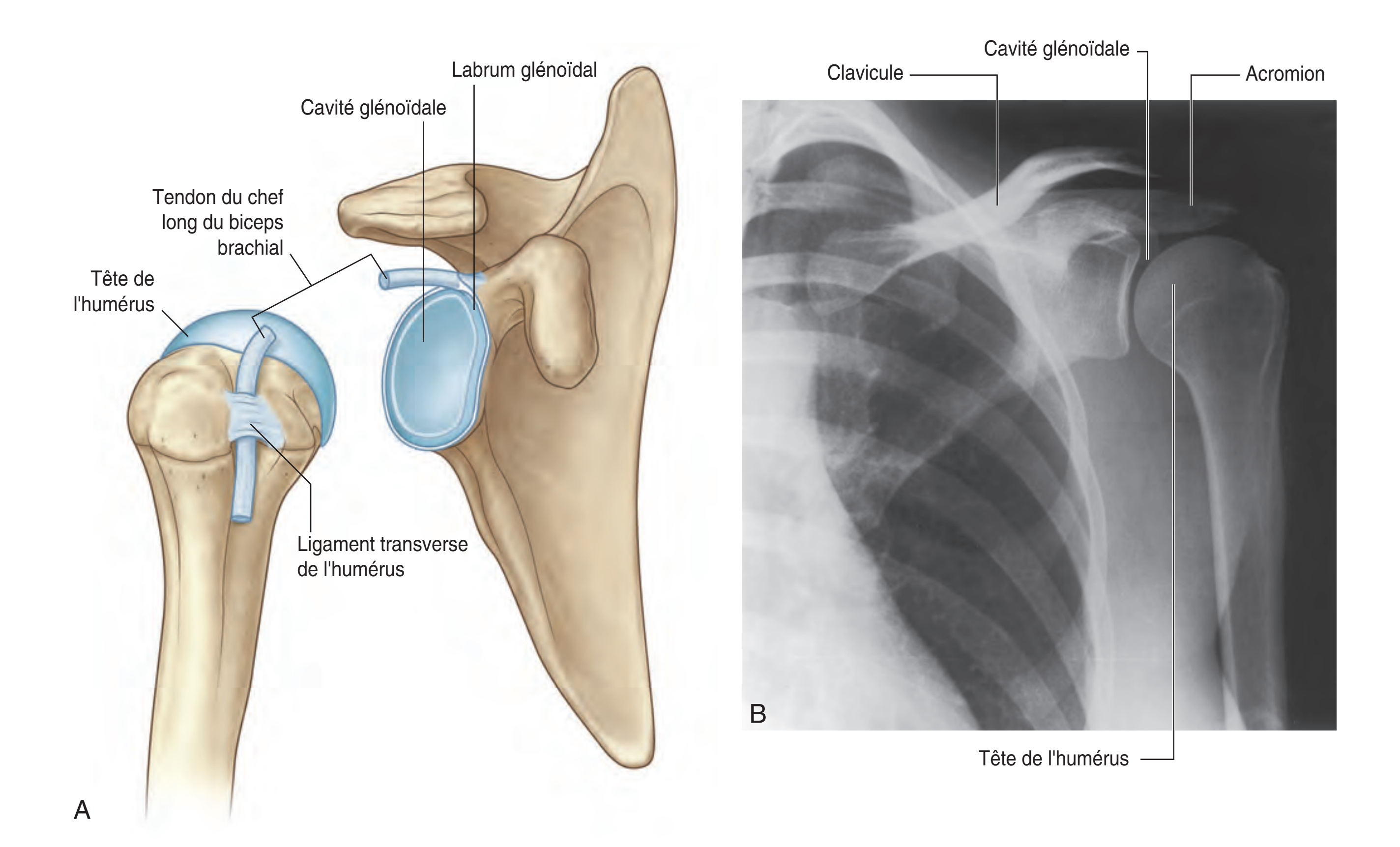


Figure 7.25 Articulation glénohumérale. **A.** Face articulaire de l'articulation glénohumérale droite. **B.** Radiographie normale d'une articulation glénohumérale.

La membrane synoviale est attachée aux bords des surfaces articulaires et tapisse la face interne du manchon fibreux capsulaire (fig. 7.26). Cette membrane synoviale est détendue, relâchée dans sa partie inférieure, de même que la capsule permettant l'abduction du bras sans tension.

La membrane synoviale présente des expansions à travers des orifices de la capsule articulaire pour former des bourses séreuses qui sont situées entre les tendons des muscles environnants et la capsule. La plus importante de ces bourses séreuses est la **bourse séreuse du tendon du muscle subscapulaire**, qui se situe entre la capsule et le muscle subscapulaire. La membrane synoviale recouvre le tendon du chef long du muscle biceps brachial dans l'articulation. Cette expansion synoviale se prolonge entre les deux tubercules de l'humérus dans le sillon intertuberculaire. Toutes ces structures synoviales réduisent la friction entre les tendons, la capsule et l'os adjacent.

En plus des bourses synoviales qui traversent les orifices de la capsule, on trouve d'autres bourses qui ne sont pas en contact avec l'articulation directement mais proches de celle-ci. Parmi celles-ci, on trouve :

- une bourse volumineuse entre l'acromion (ou le muscle deltoïde) et le muscle supraépineux (ou la capsule articulaire) (**la bourse subacromiale**) ;
- une bourse entre l'acromion et la peau ;
- une bourse entre le processus coracoïde et la capsule articulaire ;
- des bourses en relation avec les tendons des muscles périarticulaires (coracobrachial, grand rond, chef long du triceps brachial et grand dorsal).

La membrane fibreuse de la capsule articulaire s'attache médialement à la périphérie de la cavité glénoïdale, en dehors de l'insertion du labrum, recouvrant l'insertion du tendon du long biceps. Latéralement, la capsule se fixe au niveau du col anatomique de l'humérus (fig. 7.27).

Au niveau de l'humérus, l'insertion médiale se situe en dessous du col et s'étend à la diaphyse. Dans cette région, la membrane fibreuse est détendue en position anatomique. Ce cul-de-sac de la membrane fibreuse permet l'abduction du bras.

La membrane fibreuse de la capsule articulaire est renforcée :

- en avant et dans sa partie supérieure, par les **ligaments glénohuméraux supérieur**, **moyen** et **inférieur**, qui s'étendent du rebord supéromédial de la cavité glénoïdale au tubercule mineur et, plus bas, au col anatomique de l'humérus (fig. 7.27) ;

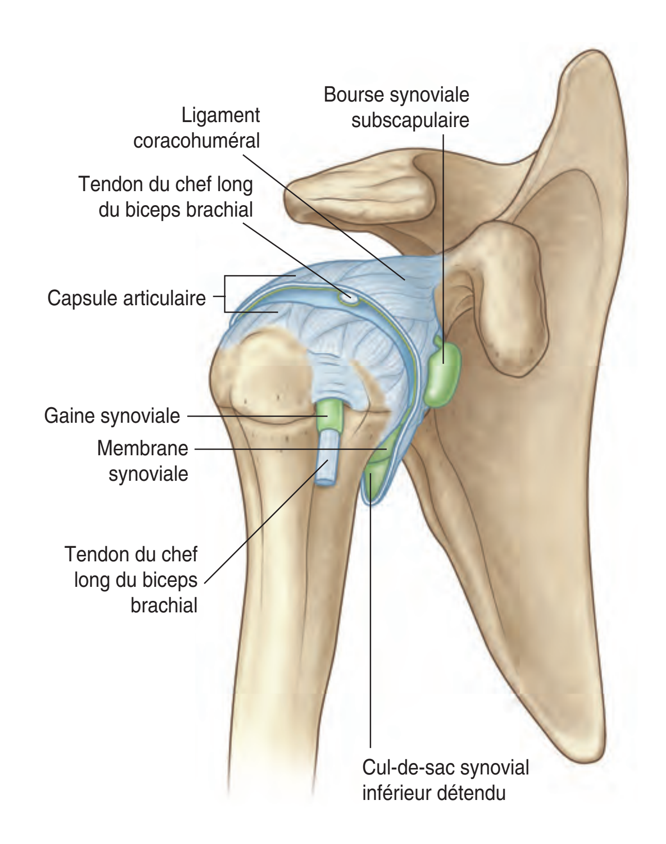


Figure 7.26 Membrane synoviale et capsule de l'articulation glénohumérale droite.

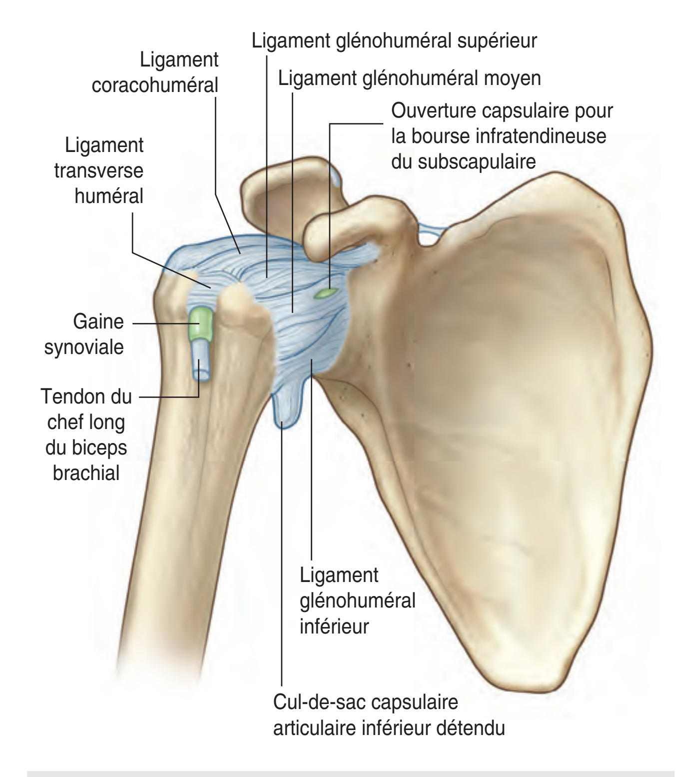


Figure 7.27 Capsule de l'articulation glénohumérale droite.

- en haut, entre la base du processus coracoïde et le tubercule majeur, par le **ligament coracohuméral** ;
- entre le tubercule majeur et le tubercule mineur de l'humérus, par le **ligament transverse huméral**, qui maintient le tendon du chef long du biceps brachial dans le sillon intertuberculaire (fig. 7.27).

La stabilité de l'articulation est assurée par les tendons des muscles environnants et l'arche squelettique formée par la partie supérieure de l'acromion, le ligament coracoacromial et le processus coracoïde (fig. 7.28).

Les tendons des muscles de la coiffe des rotateurs (muscles supraépineux, infraépineux, petit rond et subscapulaire)

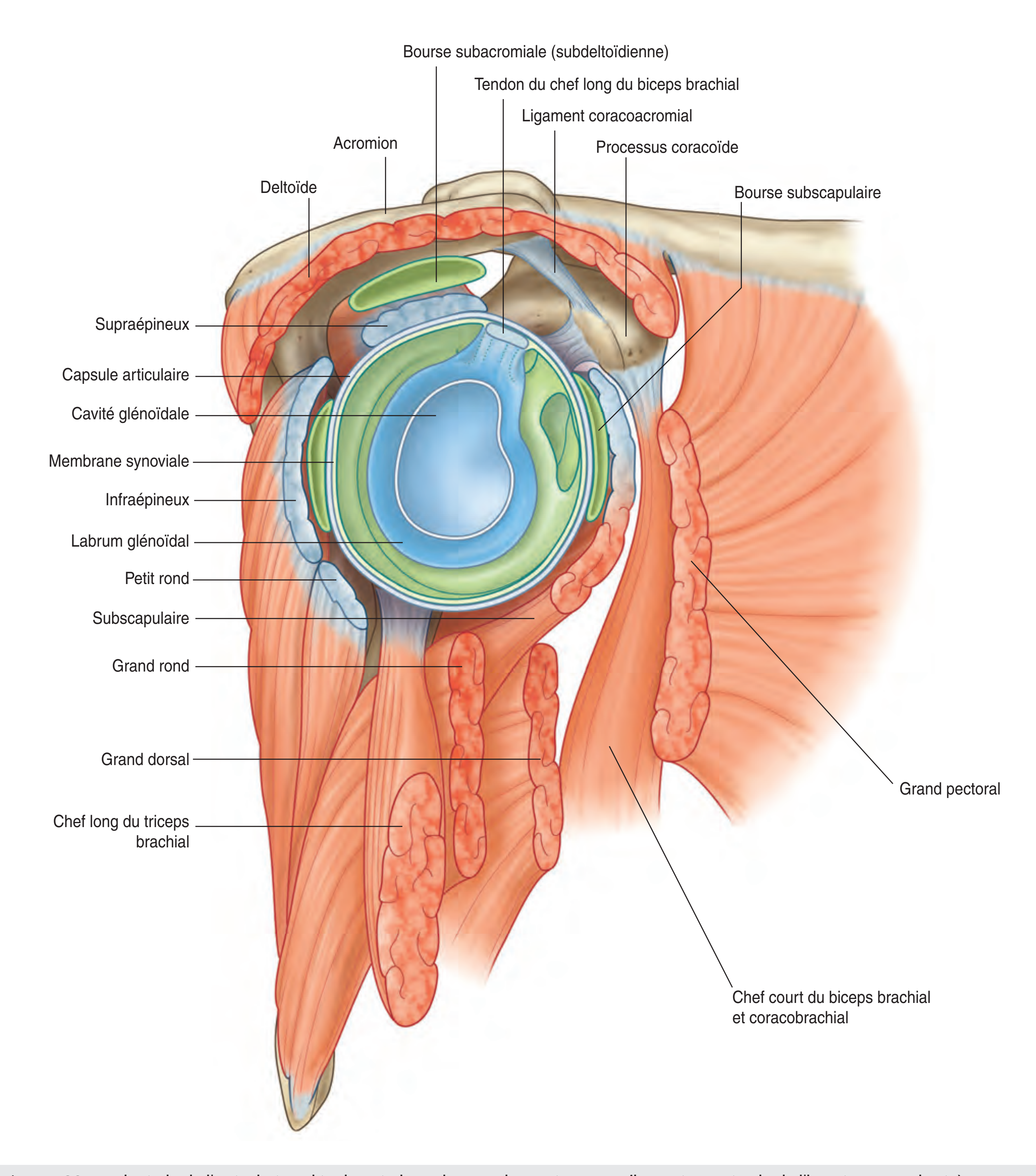


Figure 7.28 Vue latérale de l'articulation glénohumérale et des muscles environnants (la partie proximale de l'humérus est enlevée).



mêlent leurs fibres à celles de la capsule pour former un manchon musculotendineux qui recouvre les faces postérieure, supérieure et antérieure de l'articulation glénohumérale (fig. 7.28 et fig. 7.29). Cette coiffe musculaire stabilise et maintient la tête de l'humérus dans la cavité glénoïdale de la scapula sans compromettre la mobilité et l'amplitude des mouvements du bras. Le tendon du chef long du biceps brachial passe au-dessus de la tête, à travers la cavité articulaire de l'épaule, et limite l'ascension de la tête de l'humérus.

La vascularisation de l'articulation est réalisée en partie par les branches terminales des artères circonflexes antérieure et postérieure, ainsi que par l'artère suprascapulaire.

L'innervation de l'articulation glénohumérale est assurée par les rameaux postérieurs du plexus brachial et par les nerfs suprascapulaire, axillaire et pectoraux latéraux.

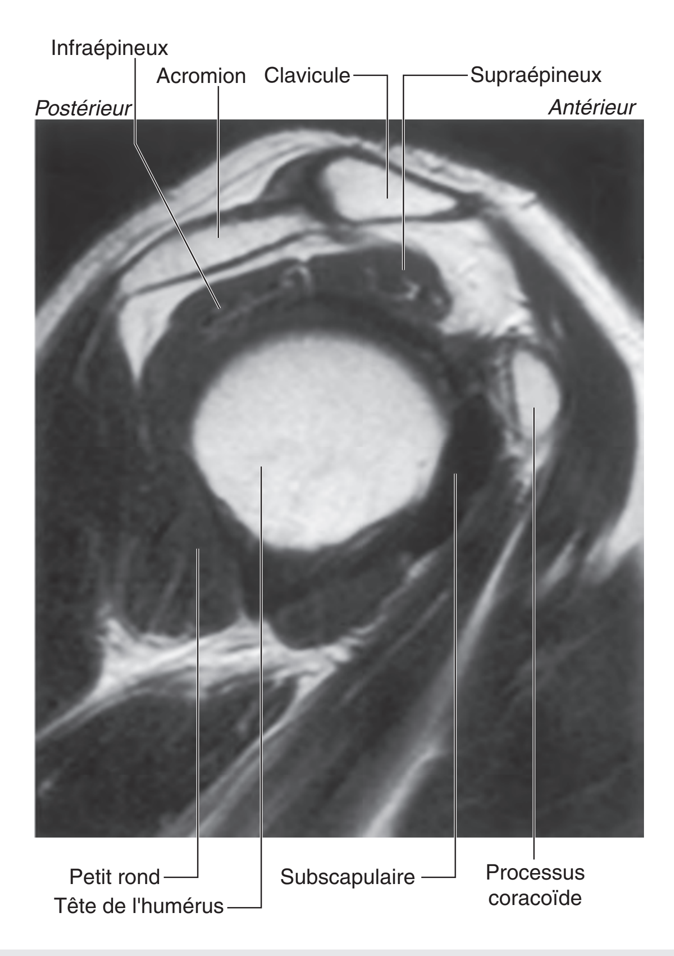


Figure 7.29 Imagerie par résonance magnétique (T1) de l'articulation glénohumérale en coupe sagittale.

En clinique

Fractures de la clavicule et luxations des articulations acromioclaviculaire et sternoclaviculaire

La clavicule assure la continuité osseuse entre le membre supérieur et le tronc. Compte tenu de sa taille relative et des forces potentielles qui sont transmises entre le membre supérieur et le thorax, il n'est pas surprenant que celle-ci soit souvent fracturée ou luxée. Le principal lieu de fracture se trouve au tiers moyen (fig. 7.30), les deux autres tiers, médial et latéral, étant moins fréquemment fracturés.

L'extrémité acromiale de la clavicule tend à se déplacer vers le haut au niveau de l'articulation acromioclaviculaire lors d'un traumatisme (fig. 7.31). Le tiers latéral de la clavicule est fixé à la scapula par les ligaments conoïde et trapézoïde du complexe ligamentaire coracoclaviculaire.

Une lésion minime peut rompre les fibres de la capsule articulaire et les ligaments de l'articulation acromioclaviculaire. Il en résulte une séparation entre acromion et clavicule, visible sur une radiographie standard. Une lésion plus sévère peut provoquer une rupture des ligaments conoïde et trapézoïde, permettant une élévation et une luxation supérieure de la partie distale de la clavicule palpable cliniquement.

Les lésions typiques de la portion proximale de la clavicule au niveau de l'articulation sternoclaviculaire sont des luxations antérieure ou postérieure. Une luxation postérieure de la clavicule peut menacer les gros vaisseaux de la base du cou, les comprimer ou les perforer.

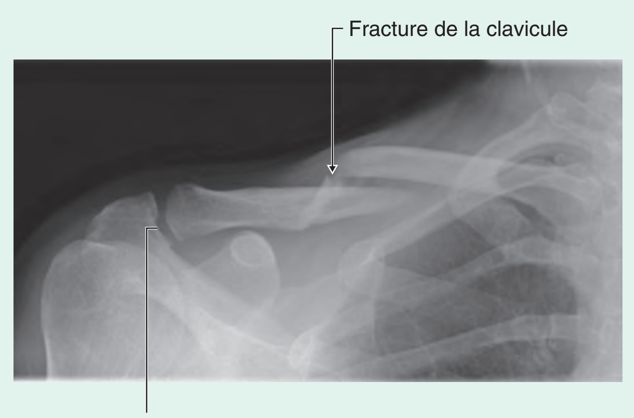
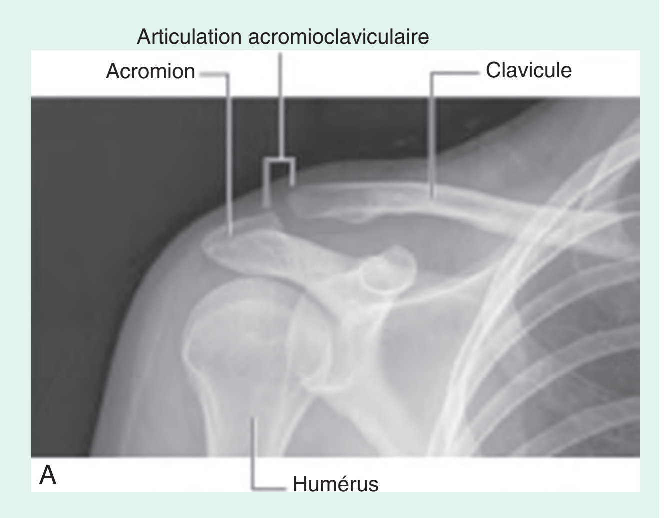


Figure 7.30 Fracture oblique du tiers moyen de la clavicule droite.



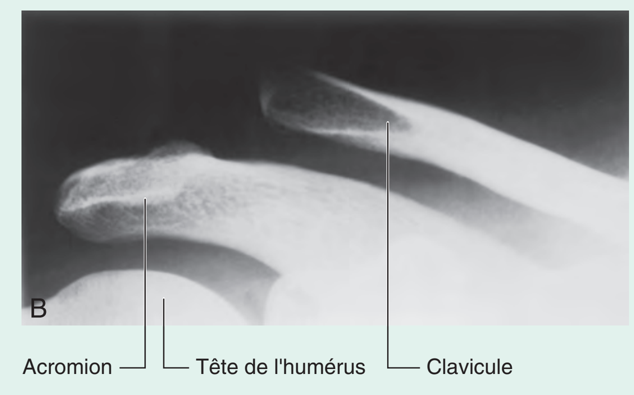


Figure 7.31 Radiographies de l'articulation acromioclaviculaire. **A.** Aspect normal d'une articulation acromioclaviculaire droite. **B.** Luxation d'une articulation acromioclaviculaire droite.



En clinique

Luxation de l'articulation glénohumérale

L'articulation glénohumérale est une articulation extrêmement mobile, avec de grandes amplitudes de mouvement. Néanmoins, cette grande possibilité de mouvement se fait aux dépens d'une moindre stabilité. La cavité glénoïdale, petite, peu profonde, même renforcée par le peu robuste labrum glénoïdal et la capsule, favorise les luxations.

La luxation antérieure (fig. 7.32) est la plus fréquente. Elle est habituellement le fait d'un traumatisme isolé. Cliniquement, toutes les luxations antérieures sont antéro-inférieures. Dans certains cas, le labrum glénoïdal, dans sa partie antéro-inférieure, est arraché avec ou sans un petit fragment osseux. Si la capsule et le labrum sont arrachés, l'articulation est susceptible de se luxer à nouveau (luxation récidivante). Quand une luxation antéro-inférieure se produit, le nerf axillaire peut être directement lésé par compression de la tête de l'humérus au niveau de son passage à travers l'espace axillaire latéral. De plus, l'effet d'allongement lors de la luxation de l'humérus peut étirer le nerf radial, qui est étroitement fixé au niveau du sillon du nerf radial. Cet étirement peut entraîner une paralysie du nerf radial. Parfois, une luxation antéro-inférieure peut être associée à une fracture, qui peut nécessiter une réduction chirurgicale.

Les luxations postérieures sont très rares. Quand on les rencontre, on doit rechercher la cause, qui est souvent une contraction brutale et violente des muscles pouvant être associée à des convulsions épileptiques ou dues à une électrocution. Le traitement de l'instabilité récidivante peut être difficile. Les objectifs du traitement sont de maintenir la fonction et la mobilité tout en prévenant l'instabilité (subluxation, luxation et sensation de luxation). Cela peut être obtenu par la rééducation de l'épaule. Si celle-ci échoue, la remise en tension de la capsule et la fixation du labrum peuvent être réalisées par voie arthroscopique. En cas de persistance, le processus coracoïde peut être sectionné à sa base, en conservant la continuité des insertions musculaires. Le processus est ensuite transféré et fixé par vissage au bord antérieur de la cavité glénoïdale pour former une butée afin de prévenir les futures luxations.

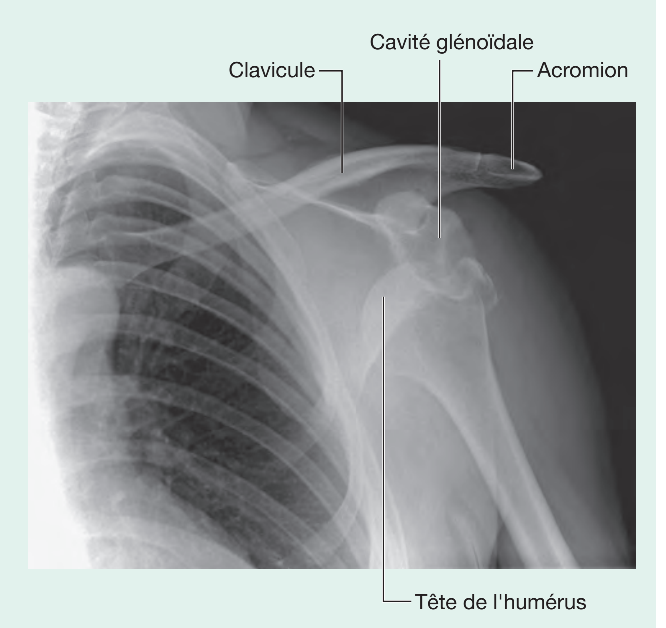


Figure 7.32 Radiographie montrant une luxation antéro-inférieure de l'épaule gauche.

En clinique

Lésion de la coiffe des rotateurs

Les deux principales pathologies de la coiffe des rotateurs sont le syndrome de conflit sous-acromial et les tendinopathies. Le muscle de la coiffe des rotateurs le plus souvent intéressé est le supraépineux à son passage sous l'acromion et le ligament acromioclaviculaire. L'espace traversé par le tendon du muscle supraépineux a des dimensions précises. Un œdème du muscle supraépineux, une quantité excessive de liquide dans la bourse sous-acromiodeltoïdienne, ou un ostéophyte sous-acromial peuvent produire un syndrome de conflit quand le bras se porte en abduction.

La vascularisation du tendon du supraépineux est relativement pauvre. Des traumatismes répétés, dans certaines circonstances, peuvent entraîner des modifications dégénératives au niveau des tendons. Ces modifications peuvent aboutir à l'apparition de calcifications pouvant être très douloureuses. Les calcifications peuvent être ponctionnées à l'aiguille sous contrôle d'imagerie et ont souvent la consistance d'une pâte dentifrice.

Quand le tendon du supraépineux est atteint de lésions dégénératives graves, il est possible qu'un simple traumatisme provoque une rupture partielle ou totale (fig. 7.33). Ces lésions sont plus communes chez les patients âgés et peuvent aboutir à une gêne fonctionnelle importante dans la vie quotidienne, par exemple se coiffer. À l'inverse, certaines ruptures peuvent être totalement asymptomatiques.

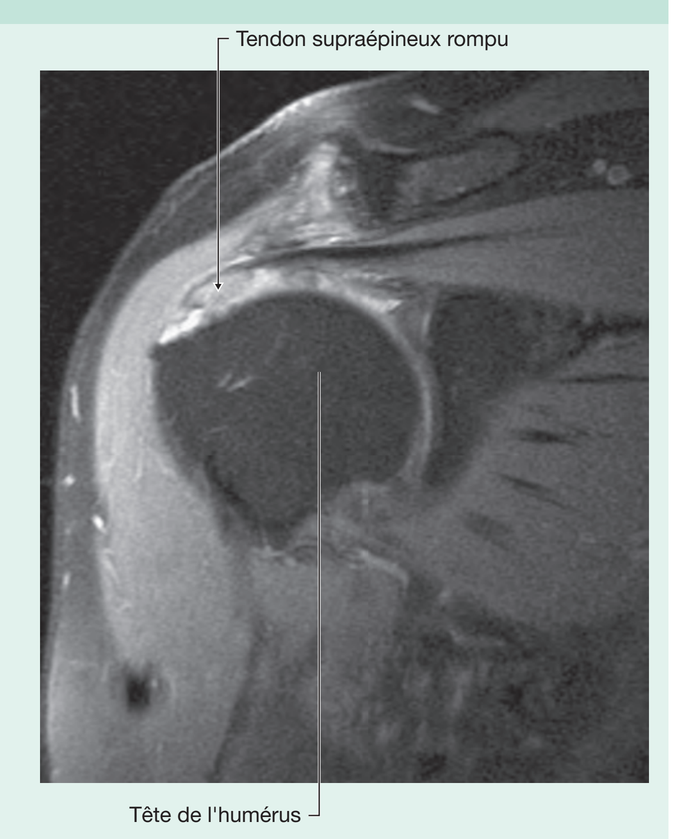


Figure 7.33 IRM : rupture complète du tendon supraépineux au niveau de son insertion sur le tubercule majeur de l'humérus.

En clinique

Inflammation de la bourse subacromiale (subdeltoïdienne)

La bourse séreuse subacromiale (subdeltoïdienne) est située entre le muscle supraépineux inférieurement, le deltoïde latéralement et l'acromion médialement. Chez les patients qui ont un traumatisme de l'épaule ou une tendinopathie, cette bourse peut devenir inflammatoire, provoquant des mouvements de l'épaule très douloureux. Cette inflammation peut être traitée par l'injection de corticoïdes et d'agents anesthésiques locaux (fig. 7.34).

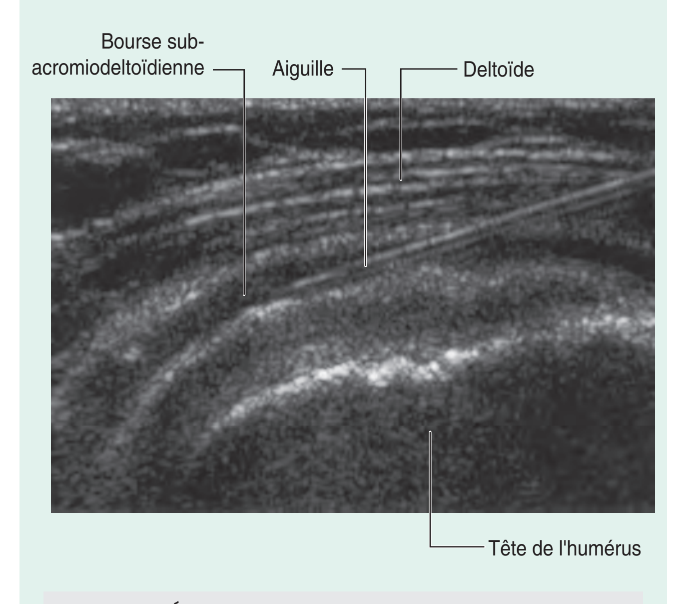


Figure 7.34 Échographie d'une épaule montrant une aiguille en place dans la bourse sous-acromio-deltoïdienne.

Muscles

Les deux muscles les plus superficiels de l'épaule sont le trapèze et le deltoïde (fig. 7.35 et tableau 7.1). Ensemble, ils donnent à l'épaule son contour caractéristique.

- Le trapèze attache la scapula et la clavicule au tronc.
- Le deltoïde attache la scapula et la clavicule à l'humérus.

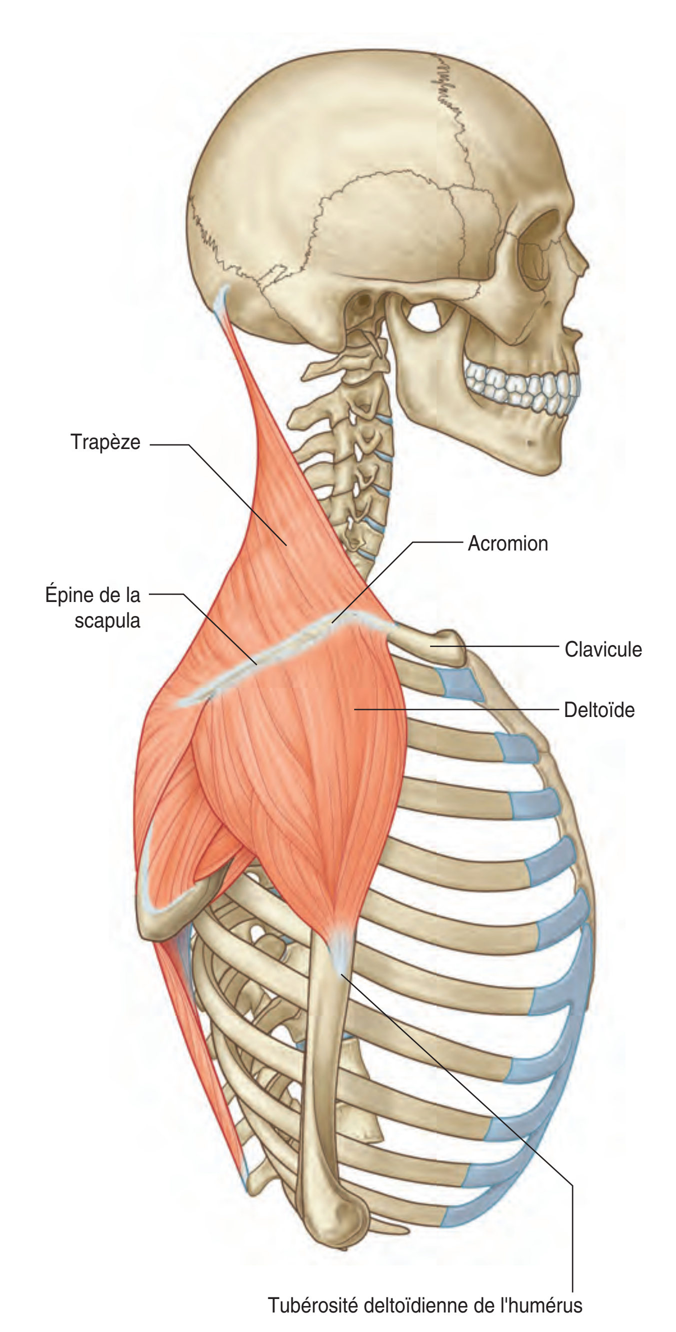


Figure 7.35 Vue latérale des muscles trapèze et deltoïde.

Tableau 7.1 Muscles de l'épaule.

Muscles	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Trapèze	Ligne nuchale supérieure, protubérance occipitale externe, bord médial du ligament nuchal, processus supraépineux de CVII à TXII et ligaments supraépineux	Partie supérieure de l'épine de la scapula, de l'acromion et bord postérieur du tiers latéral de la clavicule	Fibres motrices du nerf accessoire (ou nerf crânien XI) et rameaux antérieurs de C3 et C4 (proprioception)	Élévateur puissant de la scapula, rotation de la scapula au cours de l'abduction de l'humérus au-dessus de l'horizontale ; les fibres moyennes rapprochent la scapula, les fibres inférieures l'abaissent
Deltoïde	Partie inférieure de l'épine de la scapula, bord latéral de l'acromion, bord antérieur du tiers distal de la clavicule	Tubérosité deltoïdienne de l'humérus	Nerf axillaire (**C5**, C6)	Abducteur majeur du bras ; les fibres claviculaires participent à la flexion du bras ; les fibres postérieures à l'extension du bras
Élévateur de la scapula	Processus transverse des vertèbres CI et CII et tubercules postérieurs des processus transverses des vertèbres CIII et CIV	Face postérieure du bord médial de la scapula, de l'angle supérieur à la base de l'épine de la scapula	Branches issues du rameau antérieur des nerfs spinaux de **C3** et **C4**, et par le nerf scapulaire dorsal (**C5**)	Élève la scapula
Petit rhomboïde	Partie basse et terminale du ligament nuchal et processus épineux des vertèbres CVII à TI	Face postérieure du bord médial de la scapula, au niveau de la base de l'épine de la scapula	Nerf scapulaire dorsal (C4, C5)	Élève et médialise la scapula
Grand rhomboïde	Processus épineux des vertèbres TII à TV et ligament supraépineux	Face postérieure du bord médial de la scapula, de l'angle inférieur à la base de l'épine de la scapula	Nerf scapulaire dorsal (**C4, C5**)	Élève et médialise la scapula

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Le trapèze et le deltoïde s'insèrent sur les faces et les bords opposés de l'épine de la scapula, de l'acromion et de la clavicule. La scapula, l'acromion et la clavicule peuvent être palpés entre les insertions du deltoïde et du trapèze.

En dessous du trapèze, la scapula est fixée au tronc par trois muscles – le muscle élévateur de la scapula, les muscles grand et petit rhomboïdes. Ces trois muscles travaillent avec le trapèze (et avec les muscles antérieurs) pour positionner la scapula par rapport au tronc.

Trapèze

Le **muscle trapèze** a des insertions multiples sur le squelette axial, incluant le crâne et le rachis de CI à TXII (fig. 7.36). De CI à CVII, le muscle s'insère sur les vertèbres par l'intermédiaire du ligament nuchal. Le muscle s'insère sur le squelette de l'épaule selon une ligne continue en forme de U à concavité interne orientée dans un plan horizontal, avec le sommet du U en position latérale. Ensemble, les muscles trapèzes droit et gauche forment un losange ou trapèze, d'où leur nom.

Le trapèze est un puissant élévateur de la scapula ; il a aussi un rôle de rotation de la scapula favorisant l'abduction extrême.

L'innervation du trapèze est assurée par le nerf accessoire (nerf crânien XI) et les rameaux antérieurs des nerfs cervicaux C3 et C4 (fig. 7.36). Ces nerfs passent verticalement à la face profonde du muscle. Le nerf accessoire peut être évalué en testant la fonction du trapèze. Le plus simple est de demander au patient de hausser les épaules contre résistance.

Deltoïde

Le **muscle deltoïde** est un grand muscle de forme triangulaire, dont la base s'insère sur la scapula et la clavicule, et dont la pointe se termine sur l'humérus (fig. 7.36). Il prend origine sur la ligne en U étendue de la clavicule à l'épine de la scapula, juste en regard des insertions du trapèze. Il se termine sur la tubérosité deltoïdienne de l'humérus latéralement.

La principale fonction du deltoïde est l'abduction du bras.

Le deltoïde est innervé par le nerf axillaire, qui est un rameau du faisceau postérieur du plexus brachial. Le nerf axillaire et ses vaisseaux associés (artère et veine circonflexes humérales postérieures) entrent dans le deltoïde en passant postérieurement autour du col chirurgical de l'humérus.

Élévateur de la scapula

Le **muscle élévateur de la scapula** a son origine sur les processus transverses des vertèbres de CI à CIV (fig. 7.36). Il descend latéralement pour se terminer sur la face postérieure du bord médial de la scapula au niveau de l'angle supérieur, dans une petite face d'os juste au niveau de la base de l'épine.



Figure 7.36 Insertion, innervation et vascularisation des muscles deltoïde et trapèze.

L'élévateur de la scapula est innervé par le nerf dorsal de la scapula et directement par les nerfs spinaux C3 et C4.

L'élévateur de la scapula élève la scapula.

Petit et grand rhomboïdes

Les **muscles petit** et **grand rhomboïdes** sont attachés médialement à la colonne vertébrale et descendent latéralement pour s'insérer sur le bord médial de la scapula, plus bas que l'élévateur de la scapula (fig. 7.36).

Le petit rhomboïde prend origine sur la partie inférieure du ligament nuchal et sur les processus épineux des vertèbres de CVII à TI. Il se termine latéralement sur la petite face triangulaire à la base de l'épine de la scapula sur son bord postérieur.

Le grand rhomboïde s'insère sur les processus épineux des vertèbres de TII à TV et sur les ligaments supraépineux. Il descend latéralement pour se terminer le long de la face postérieure du bord médial de la scapula jusqu'à l'angle inférieur sous l'insertion du petit rhomboïde.

Les muscles rhomboïdes sont innervés par le nerf scapulaire dorsal, qui est un rameau du plexus brachial.

Le petit et le grand rhomboïdes médialisent et élèvent la scapula.

RÉGION SCAPULAIRE POSTÉRIEURE

La région scapulaire postérieure occupe la partie postérieure de la scapula et est localisée au-dessous du trapèze et du deltoïde (fig. 7.37 et tableau 7.2). Elle contient quatre muscles qui vont de la scapula à la partie proximale de l'humérus. Ce sont les muscles supraépineux, infraépineux, petit rond et grand rond.

La région scapulaire postérieure contient aussi un autre muscle, le chef long du triceps brachial, qui s'étend de la scapula à la partie proximale de l'avant-bras (olécrâne). Ce muscle, parallèle à l'humérus, croise les autres muscles de la région et participe à la formation de nombreux espaces à travers lesquels passent nerfs et vaisseaux entrant et sortant de cette région.

Les muscles supraépineux et infraépineux et le petit rond sont des composants de la coiffe des rotateurs qui stabilisent l'articulation glénohumérale.

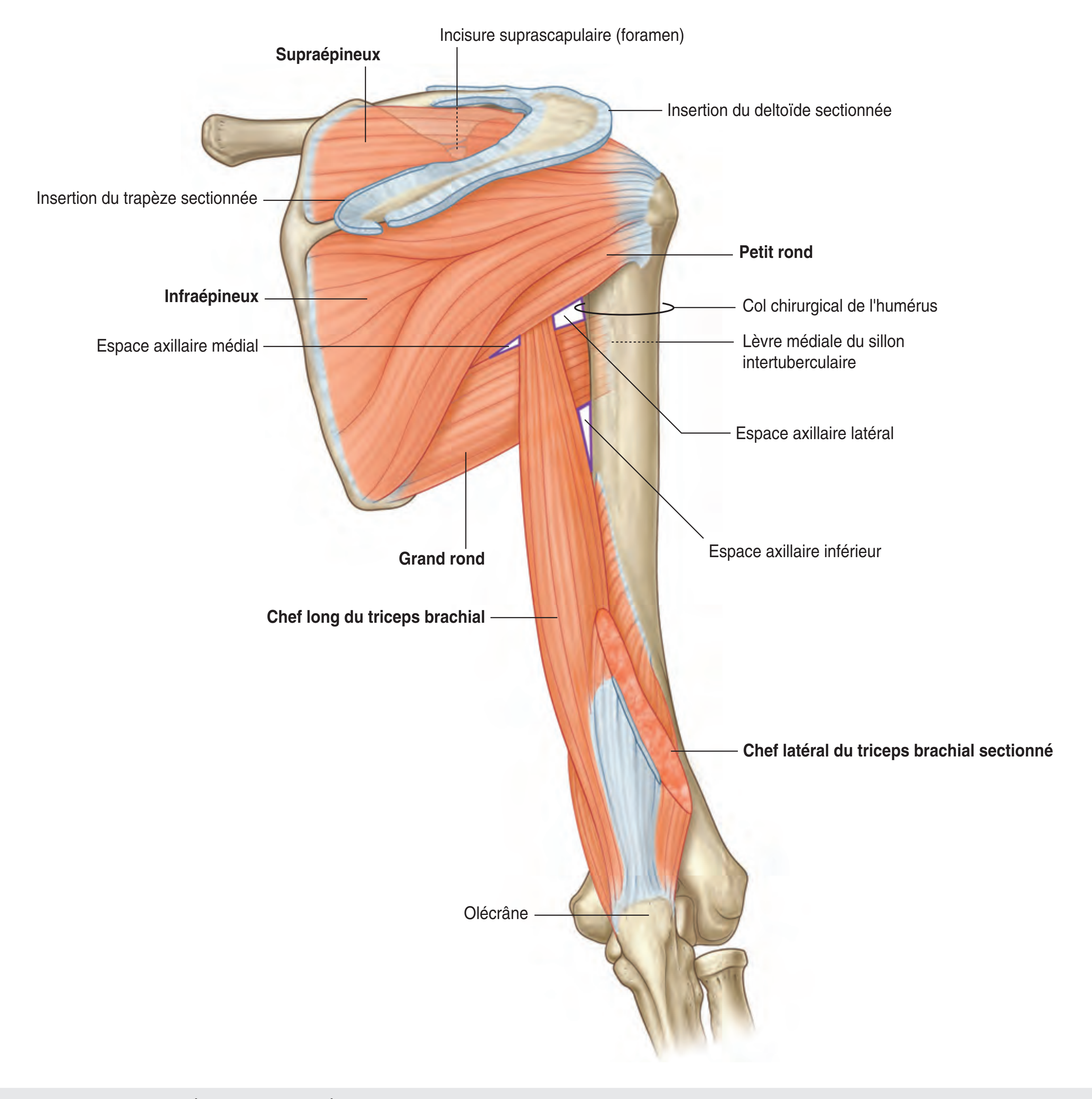


Figure 7.37 Région scapulaire postérieure droite.



Tableau 7.2 Muscles de la région scapulaire postérieure.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Supraépineux	Deux tiers médiaux de la fosse supraépineuse de la scapula et le fascia profond qui couvre le muscle	Facette la plus supérieure du tubercule majeur de l'humérus	Nerf suprascapulaire (**C5**, C6)	**Coiffe des rotateurs** ; participe à l'abduction de l'articulation glénohumérale ; stabilisation de l'articulation glénohumérale
Infraépineux	Deux tiers médiaux de la fosse infraépineuse de la scapula et le fascia profond qui couvre le muscle	Facette moyenne du tubercule majeur de l'humérus	Nerf suprascapulaire (**C5**, C6)	**Coiffe des rotateurs** ; rotation latérale du bras au niveau de l'articulation glénohumérale ; stabilisation de l'articulation glénohumérale
Petit rond	Deux tiers supérieurs d'une bande osseuse à la face postérieure de la scapula près du bord latéral de la scapula	Facette la plus basse du tubercule majeur de l'humérus	Nerf axillaire (**C5**, C6)	**Coiffe des rotateurs** ; rotation latérale du bras au niveau de l'articulation glénohumérale ; stabilisation de l'articulation glénohumérale
Grand rond	Face ovale allongée sur la face postérieure de l'angle inférieur de la scapula	Berge médiale du sillon intertuberculaire sur la face antérieure de l'humérus	Nerf subscapulaire (**C5 à C7**)	Rotation médiale et extension du bras au niveau de l'articulation glénohumérale ; stabilisation de l'articulation glénohumérale
Chef long du triceps brachial	Tubercule infraglénoïdal de la scapula	Tendon commun d'insertion avec les chefs médial et latéral sur l'olécrâne de l'ulna	Nerf radial (C6, **C7**, C8)	Extension de l'avant-bras au niveau du coude ; accessoirement, adducteur et extenseur du bras au niveau de l'articulation glénohumérale

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Muscles

Supraépineux et infraépineux

Les **muscles supraépineux** et **infraépineux** ont leur origine dans deux grandes fosses, situées de part et d'autre de l'épine, sur la face postérieure de la scapula (fig. 7.37). Ils donnent des tendons qui s'insèrent sur la grosse tubérosité de l'humérus.

- Le tendon du supraépineux passe sous l'acromion, dont il est séparé par la bourse séreuse sous-acromiale, et au-dessus de l'articulation glénohumérale.
- Le tendon de l'infraépineux passe en arrière de l'articulation glénohumérale et s'insère sur la facette moyenne du tubercule majeur de l'humérus.

Le supraépineux participe à l'abduction du bras. L'infraépineux permet la rotation latérale de l'humérus.

Petit rond et grand rond

Le **petit rond** est un muscle aplati et allongé en forme de corde qui prend origine sur la face plate qui est adjacente au bord latéral de la scapula sous le tubercule infraglénoïdal (fig. 7.37). Son tendon se termine sur la facette inférieure du tubercule majeur de l'humérus. Le petit rond est un rotateur latéral de l'humérus et fait partie des muscles de la coiffe des rotateurs.

Le **grand rond** s'insère sur une large face ovale sur la face postérieure de l'angle inférieur de la scapula (fig. 7.37). Ce large muscle a une forme allongée, et se dirige en haut et latéralement pour se terminer par un tendon plat qui s'attache à la lèvre médiale du sillon intertuberculaire de la face antérieure de l'humérus. Le grand rond est un muscle rotateur interne et extenseur de l'humérus.

Chef long du triceps brachial

Le **chef long du triceps brachial** a un tendon qui s'insère sur le tubercule infraglénoïdal. Il donne un corps musculaire, qui se dirige verticalement vers le bas pour rejoindre au bras les chefs médial et latéral du triceps. Il se termine sur l'olécrâne de l'ulna (fig. 7.37).

Le triceps brachial est essentiellement un extenseur de l'avant-bras. Mais comme le chef long passe en arrière de l'articulation glénohumérale, il est aussi un extenseur et un adducteur de l'humérus.

L'importance du triceps d'un point de vue anatomique est sa course verticale entre les muscles petit rond et grand rond. Avec ces muscles et l'humérus, il forme des espaces à travers lesquels passent des nerfs et des vaisseaux qui entrent dans cette région ou la quittent.

Accès à la région scapulaire postérieure

Foramen suprascapulaire

Le foramen suprascapulaire est un espace à travers lequel passent les structures qui vont de la base du cou à la région scapulaire postérieure (fig. 7.37). Il est formé par l'incisure suprascapulaire de la scapula. Le ligament scapulaire transverse supérieur de la scapula transforme l'incisure suprascapulaire en un foramen.

Le nerf suprascapulaire passe à travers ce foramen ; l'artère et la veine suprascapulaires suivent le même trajet que le nerf mais, normalement, passent juste au-dessus du ligament scapulaire transverse supérieur et non à travers le foramen (fig. 7.38).

Espace axillaire latéral (vue postérieure)

Cet espace axillaire latéral permet le passage des nerfs et des vaisseaux venant de la fosse axillaire vers la région scapulaire postérieure (fig. 7.37). Dans la région scapulaire postérieure, les limites de l'espace axillaire latéral sont :

- le bord inférieur du petit rond ;
- le col chirurgical de l'humérus ;
- le bord supérieur du grand rond ;
- le bord latéral du chef long du triceps brachial.

Le nerf axillaire et l'artère et la veine circonflexes humérales postérieures passent à travers cet espace (fig. 7.38).

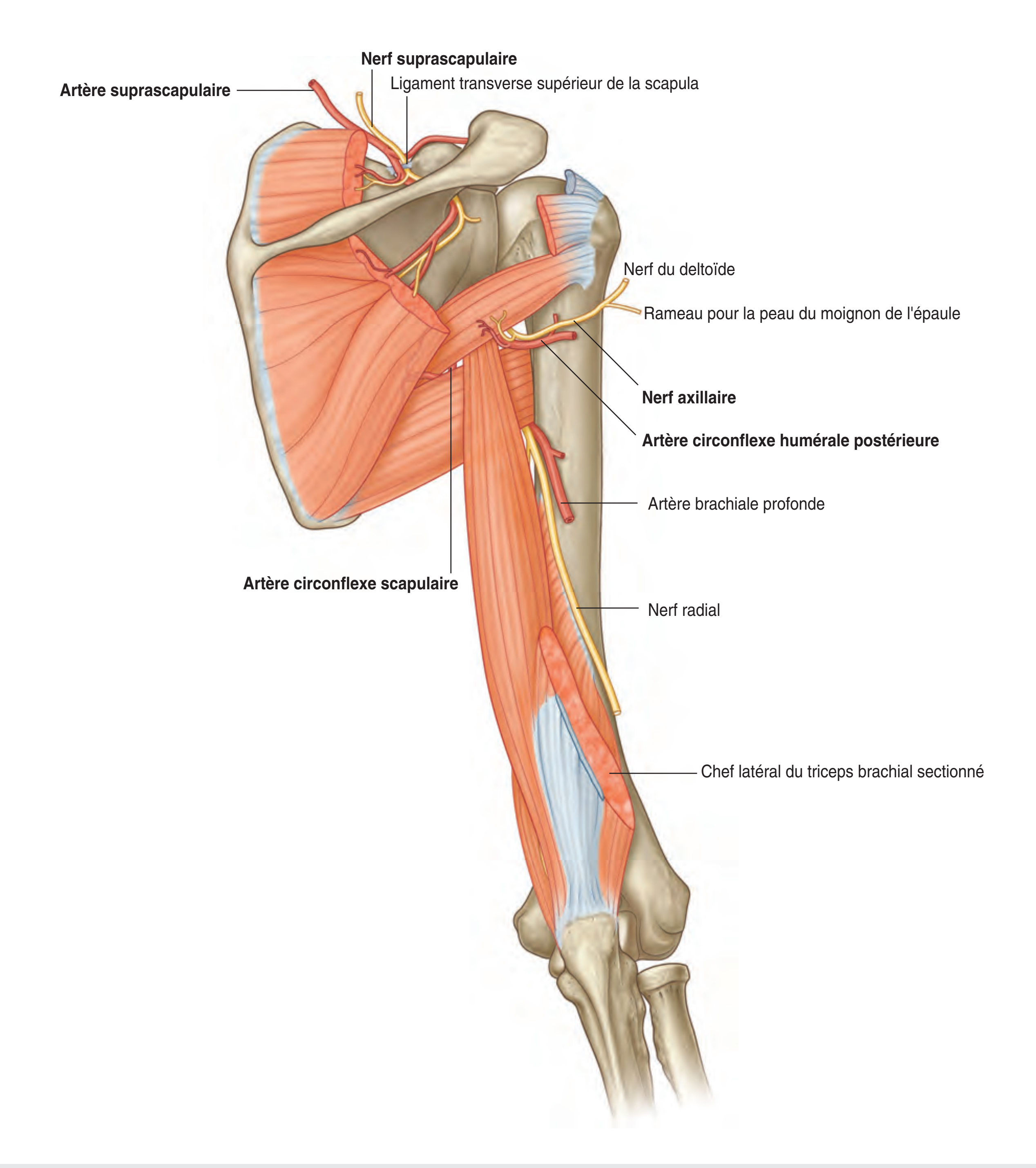


Figure 7.38 Artères et nerfs associés aux voies d'accès à la région scapulaire postérieure.



Espace axillaire médial

L'espace axillaire médial est un défilé entre la fosse axillaire et la région scapulaire postérieure (fig. 7.37). Une vue postérieure de la région scapulaire postérieure montre un espace axillaire médial formé par :

- le bord médial du chef long du triceps brachial ;
- le bord supérieur du grand rond ;
- le bord inférieur du petit rond.

L'artère et la veine circonflexes scapulaires passent par cet espace (fig. 7.38).

Espace axillaire inférieur

L'espace axillaire inférieur est formé par :

- le bord latéral du chef long du triceps brachial ;
- la diaphyse humérale ;
- le bord inférieur du grand rond (fig. 7.37).

L'espace axillaire inférieur étant limité par le bord inférieur du grand rond, qui définit la limite inférieure de la fosse axillaire, il sert de passage entre les compartiments antérieur et postérieur du bras, et entre le compartiment postérieur du bras et la fosse axillaire. Le nerf radial, l'**artère brachiale profonde** (**artère profonde du bras**) et les veines satellites passent à travers cet espace (fig. 7.38).

Nerfs

Les deux nerfs importants de la région scapulaire postérieure sont le nerf suprascapulaire et le nerf axillaire ; ils sont tous les deux issus du plexus brachial dans la fosse axillaire (fig. 7.38).

Nerf suprascapulaire

Le **nerf suprascapulaire** est issu du tronc supérieur du plexus brachial au niveau de la base du cou. Il se dirige postérieurement et atteint le foramen suprascapulaire pour entrer dans la région scapulaire postérieure, où il chemine dans le plan entre os et muscle supraépineux (fig. 7.38).

Il innerve le muscle supraépineux, puis passe à travers la grande incisure scapulaire (spinoglénoïdale), entre la base de l'épine de la scapula et la cavité glénoïdale, et se termine en innervant le muscle infraépineux.

Généralement, le nerf suprascapulaire n'a pas de rameau cutané sensitif.

Nerf axillaire

Le **nerf axillaire** est issu du faisceau postérieur du plexus brachial. Il sort de la fosse axillaire en passant à travers l'espace axillaire latéral de la paroi postérieure de la fosse axillaire (fig. 7.38). Avec l'artère et la veine humérales circonflexes postérieures, il se dirige en arrière vers le col chirurgical de l'humérus qu'il contourne.

Le nerf axillaire innerve le deltoïde et le petit rond. De plus, il donne un rameau cutané, le nerf cutané latéral supérieur du bras, qui assure l'innervation de la peau du moignon de l'épaule jusqu'à la partie inférieure du deltoïde.

Artères et veines

Trois artères principales sont retrouvées dans la région scapulaire postérieure : les artères suprascapulaire, circonflexe humérale postérieure et circonflexe scapulaire. Ces artères contribuent au réseau artériel périarticulaire de la scapula (fig. 7.39).

En clinique

Syndrome de l'espace axillaire latéral

Une hypertrophie des muscles de l'espace axillaire latéral ou une fibrose des bords musculaires peuvent provoquer un syndrome de compression du nerf axillaire. Il en résulte rarement une faiblesse du deltoïde. Plus généralement, on note une hypotrophie du muscle petit rond, qui retentit sur la fonction des muscles de la coiffe des rotateurs dans certains mouvements de l'épaule.

Artère suprascapulaire

L'**artère suprascapulaire** prend son origine à la base du cou. Elle est une branche du tronc artériel thyrocervical, qui est lui-même une branche de l'artère subclavière (fig. 7.38 et fig. 7.39). Le vaisseau peut aussi naître directement de la troisième partie de l'artère subclavière.

L'artère suprascapulaire entre normalement dans la région scapulaire postérieure au-dessus du foramen suprascapulaire, alors que le nerf passe dans le foramen. Dans la région scapulaire postérieure, les vaisseaux cheminent avec le nerf.

Elle vascularise les muscles supraépineux et infraépineux, et donne aussi de nombreuses branches sur son trajet pour les autres structures adjacentes.

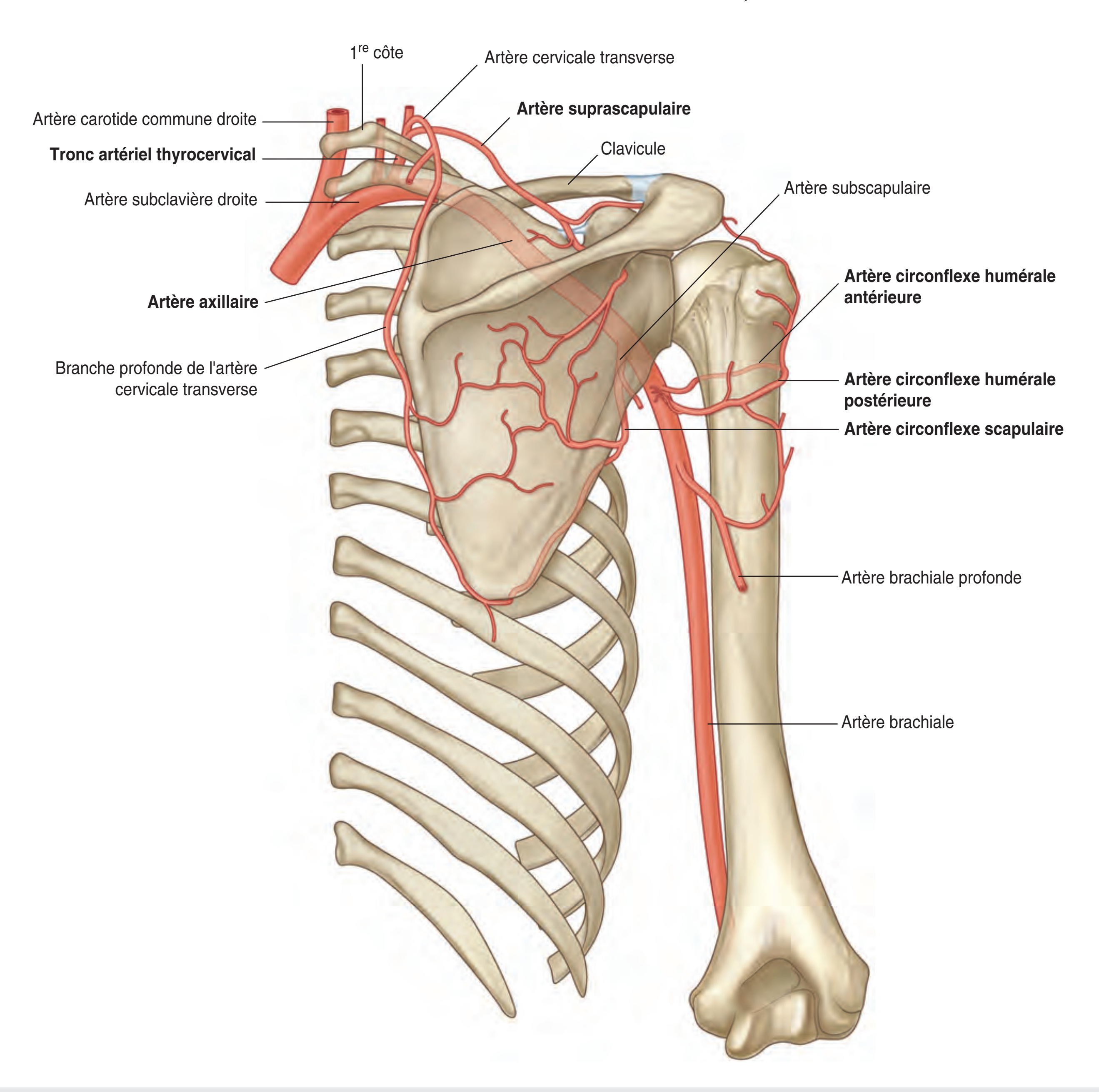


Figure 7.39 Réseau anastomotique artériel de l'épaule.

Artère circonflexe humérale postérieure

L'**artère circonflexe humérale postérieure** est issue de la troisième partie de l'artère axillaire dans la fosse axillaire (fig. 7.38 et 7.39).

L'artère circonflexe humérale axillaire et le nerf axillaire quittent la fosse axillaire en passant à travers l'espace axillaire latéral de la paroi postérieure de la fosse axillaire pour rejoindre la région scapulaire postérieure. Ce vaisseau vascularise les muscles de la région et l'articulation glénohumérale.

Artère circonflexe scapulaire

L'**artère circonflexe scapulaire** est une branche de l'artère subscapulaire qui est aussi originaire de la troisième partie de l'artère axillaire (fig. 7.38 et fig. 7.39). L'artère circonflexe scapulaire quitte la fosse axillaire en passant à travers l'espace axillaire médial et entre dans la région scapulaire postérieure ; elle passe à travers l'insertion du petit rond et forme des anastomoses avec les autres artères de la région.

Veines

Les veines de la région scapulaire postérieure suivent les artères et sont connectées aux vaisseaux du cou, du dos, du bras et de la fosse axillaire.

RÉGION AXILLAIRE

La région axillaire, ou aisselle, est la voie d'accès au membre supérieur ; c'est une aire de transition entre le bras et le cou (fig. 7.40A). Formée par la clavicule, la scapula, la paroi tho-

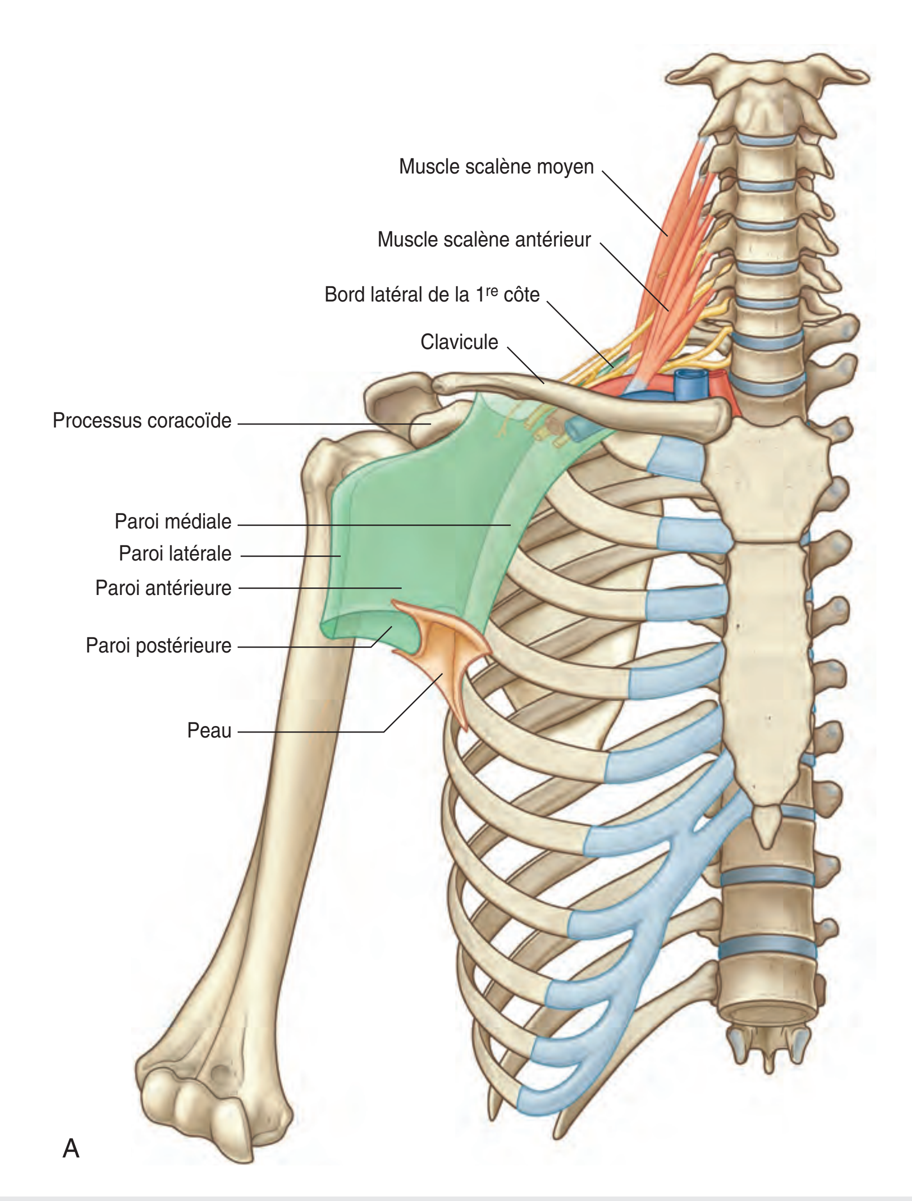


Figure 7.40 Fosse axillaire. **A.** Parois et zones de transition entre le bras et le cou. Fosse axillaire.

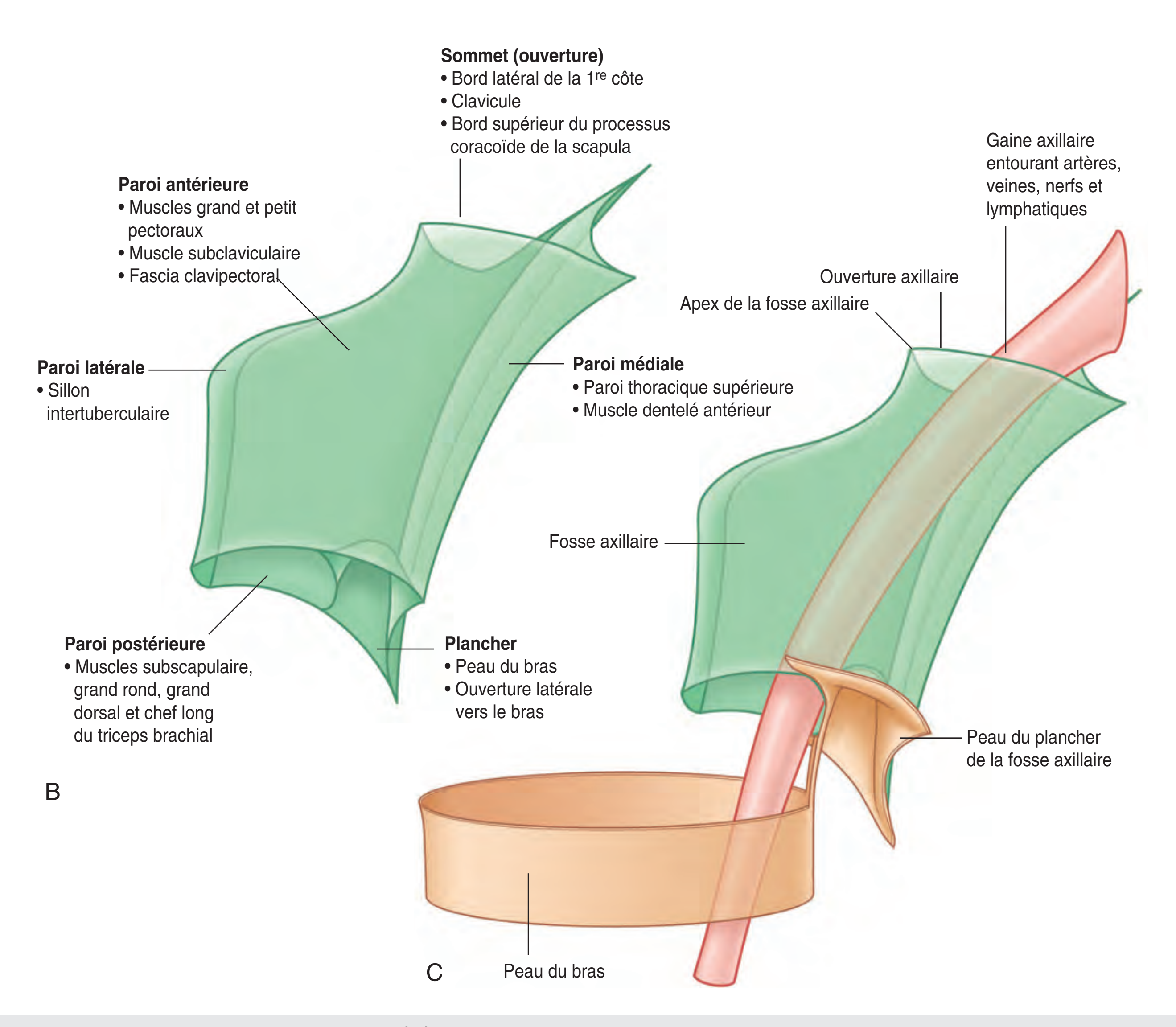


Figure 7.40 Suite **B.** Limites. **C.** Continuité avec le bras.



racique supérieure, l'humérus et leurs muscles associés, la fosse axillaire est un espace pyramidal irrégulier avec :

- quatre côtés ou parois ;
- un sommet ;
- une base ou plancher (fig. 7.40A,B).

L'orifice supérieur est en relation avec le cou ; la partie latérale du plancher s'ouvre vers le bras.

Toutes les structures majeures qui arrivent au bras ou en partent passent à travers la fosse axillaire (fig. 7.40C). Les ouvertures formées entre les muscles des parois antérieure et postérieure permettent aux structures vasculaires et nerveuses de passer de la fosse axillaire aux régions adjacentes (régions scapulaire postérieure, pectorale et deltoïdienne).

Ouverture axillaire

L'ouverture axillaire est orientée dans un plan horizontal et a une forme triangulaire, avec son sommet en position latérale (fig. 7.40A,B). Les bords de l'orifice supérieur sont formés par des os :

- le bord médial est le bord latéral de la 1re côte ;
- le bord antérieur est la face postérieure de la clavicule ;
- le bord postérieur est le bord supérieur de la scapula en dedans du processus coracoïde.

L'apex du triangle représentant l'ouverture de la fosse axillaire est latéral et est formé par le bord médial du processus coracoïde.

Les principaux vaisseaux et nerfs venant du cou au bras passent au-dessus du bord latéral de la 1re côte et traversent l'ouverture axillaire (fig. 7.40A).

L'artère subclavière, principal vaisseau qui vascularise le membre supérieur, devient l'artère axillaire après avoir croisé le bord latéral de la 1re côte et pénétré dans la fosse axillaire. De manière similaire, la veine axillaire devient la veine subclavière quand elle passe au-dessus de la 1re côte et quitte la fosse axillaire pour entrer dans le cou.

Au niveau de l'ouverture axillaire, la veine axillaire est antérieure à l'artère. Artère et veine axillaires sont entourées des faisceaux du plexus brachial.

Le faisceau inférieur (le plus bas) du plexus brachial passe juste sur la 1re côte dans le cou, comme l'artère et la veine subclavière. L'artère et la veine axillaires, à ce niveau, sont séparées par l'insertion du muscle scalène antérieur sur la 1re côte (fig. 7.40A).

Paroi antérieure

La paroi antérieure de la fosse axillaire est formée par la portion latérale du muscle grand pectoral, le muscle petit pectoral recouvert par le muscle grand pectoral, le muscle subclavier, et le fascia clavipectoral (tableau 7.3)

Tableau 7.3 Muscles de la paroi antérieure de la fosse axillaire.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Grand pectoral	Chef claviculaire : bord proximal de la clavicule ; chef sternocostal : face antérieure du sternum ; sept premiers cartilages costaux ; bord sternal des six premières côtes ; aponévrose oblique du muscle externe	Berge latérale du sillon intertuberculaire de l'humérus	Nerfs pectoraux latéraux et médiaux ; chef claviculaire (**C5**, C6) ; chef sternocostal (C6, **C7**, C8, T1)	Flexion, adduction et rotation médiale du bras au niveau de l'articulation glénohumérale ; chef claviculaire : flexion du bras en extension ; chef sternocostal : extension du bras fléchi
Subclavier	Première côte à la jonction entre côte et cartilage costal	Sillon à la face inférieure du tiers moyen de la clavicule	Nerf du subclavier (**C5**, **C6**)	Abaisse l'épaule ; met la clavicule médialement pour stabiliser l'articulation sternoclaviculaire
Petit pectoral	Face antérieure et bord supérieur des 3e à 5e côtes ; et fascias profonds des espaces intercostaux concernés	Processus coracoïde de la scapula (bord médial et face supérieure)	Nerf pectoral médial (C5, **C6**, **C7**, C8, T1)	Abaisse l'épaule et attire la scapula en avant (protraction)

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Grand pectoral

Le **muscle grand pectoral** est le plus grand et le plus superficiel des muscles de la paroi antérieure (fig. 7.41). Son bord inférieur correspond au pli axillaire antérieur qui marque la limite antéro-inférieure de l'aisselle. Le muscle a deux chefs :

- le chef claviculaire s'insère sur la moitié médiale de la clavicule ;
- le chef sternoclaviculaire s'insère sur la partie médiale de la paroi thoracique antérieure. Souvent, les fibres de ce chef se prolongent médialement pour s'attacher à la paroi abdominale antérieure, formant un chef abdominal au muscle.

Le muscle s'insère sur la lèvre latérale du sillon intertuberculaire de l'humérus. Les chefs du muscle qui ont une origine supérieure sur le tronc s'insèrent plus bas et plus antérieurement sur la lèvre latérale du sillon intertuberculaire que les chefs du muscle qui ont une origine inférieure.

Agissant ensemble, les deux chefs musculaires du grand pectoral réalisent la flexion, l'adduction et la rotation médiale du bras au niveau de l'articulation glénohumérale. Le chef claviculaire fléchit le bras lorsqu'il est en position d'extension, tandis que le chef sternocostal étend le bras lorsqu'il est fléchi, particulièrement contre résistance.

Le grand pectoral est innervé par les nerfs pectoraux médial et latéral, qui sont originaires du plexus brachial dans la fosse axillaire.

Muscle subclavier

Le **muscle subclavier** est un petit muscle qui est situé profondément au-dessous du grand pectoral ; il s'étend de la clavicule à la 1re côte (fig. 7.42). Il prend origine médialement, en tant que tendon, à la jonction entre la 1re côte et le 1er cartilage costal. Il se dirige en haut et en dehors vers un sillon allongé et peu profond de la face inférieure du tiers moyen de la clavicule.

La fonction du muscle subclavier n'est pas claire, mais il peut agir en abaissant l'épaule par l'intermédiaire de la

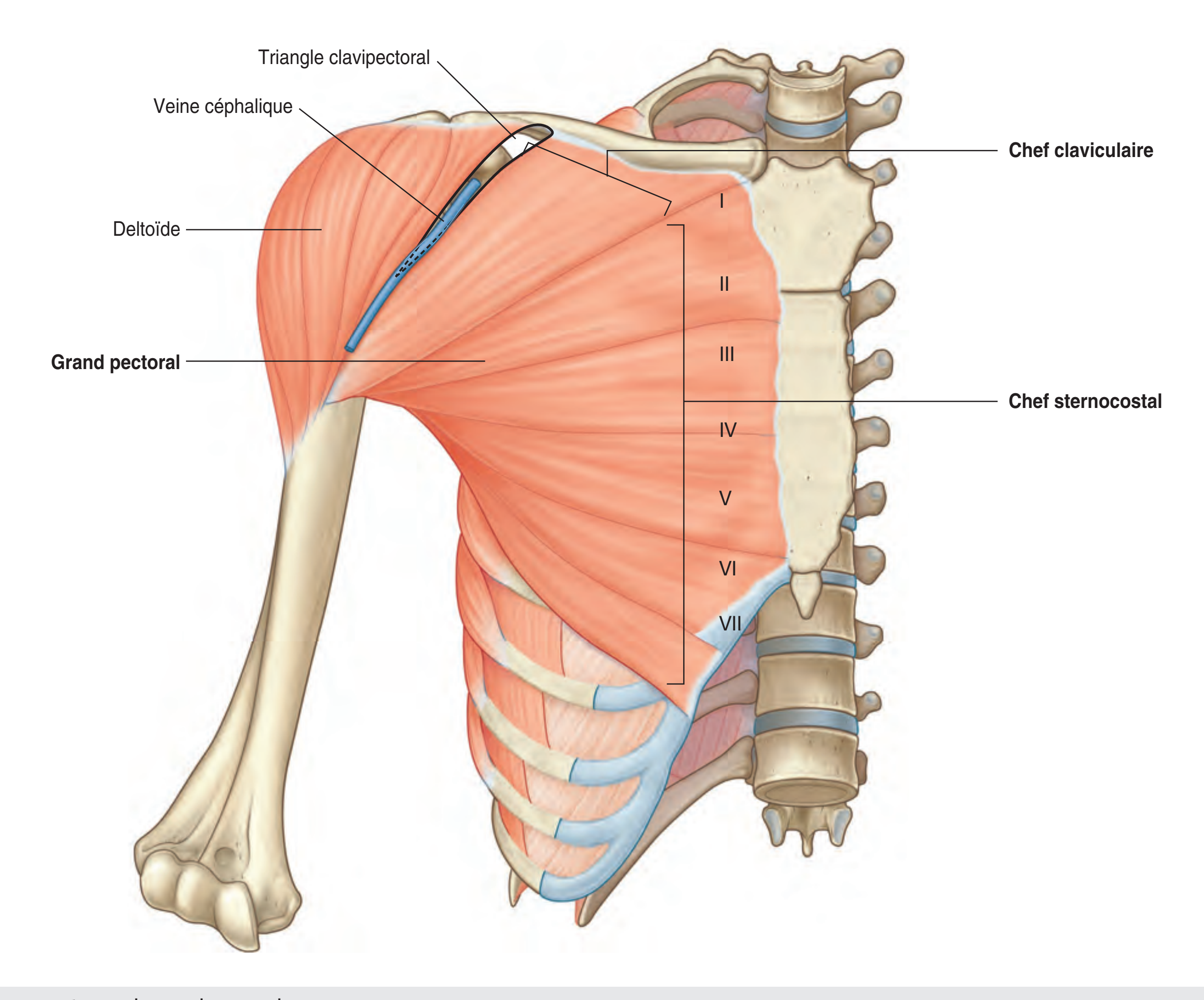


Figure 7.41 Muscle grand pectoral.

clavicule, et agir aussi en stabilisant l'articulation sternoclaviculaire en poussant la clavicule médialement.

Le muscle subclavier est innervé par le nerf du muscle subclavier, petit rameau issu du tronc supérieur du plexus brachial.

Petit pectoral

Le **muscle petit pectoral** est un petit muscle de forme triangulaire qui se trouve sous le grand pectoral et qui s'étend de la paroi thoracique au processus coracoïde de la scapula (fig. 7.42). Il s'insère par trois bandes aponévrotiques aux bords antérieurs et supérieurs des 3e, 4e et 5e côtes et sur le fascia recouvrant les muscles des espaces intercostaux correspondants. Les fibres musculaires se dirigent en haut et en dehors pour se terminer sur les bords médial et supérieur du processus coracoïde de la scapula.

Le muscle petit pectoral attire l'omoplate en avant sur la paroi thoracique et abaisse son angle latéral.

Le petit pectoral est innervé par le nerf pectoral médial qui est issu du plexus brachial dans la fosse axillaire.

Fascia clavipectoral

Le fascia clavipectoral est un épais feuillet de tissu conjonctif qui relie la clavicule au plancher de la fosse axillaire (fig. 7.42). Il enveloppe les muscles petit pectoral et subclavier et comble les espaces qui les séparent.

Les structures qui vont de l'aisselle à la paroi thoracique antérieure traversent le fascia clavipectoral entre les muscles petit pectoral et subclavier, ou en dessous du muscle petit pectoral.

Veine céphalique
Subclavier
Branche pectorale de l'artère thoracoacromiale
Nerf pectoral latéral
Petit pectoral
Fascia clavipectoral
Grand pectoral
Nerfs pectoraux médiaux
Fixation du fascia au plancher de la fosse axillaire
Grand pectoral

Figure 7.42 Muscles petit pectoral et subclavier et fascia clavipectoral.

Parmi les structures importantes qui passent entre les muscles subclavier et petit pectoral, on retrouve la veine céphalique, l'artère thoracoacromiale et le nerf pectoral latéral.

L'artère thoracique latérale quitte la fosse axillaire en passant à travers le fascia en dessous du muscle petit pectoral.

Le nerf pectoral médial quitte la fosse axillaire et pénètre directement à travers le muscle petit pectoral pour l'innerver et ensuite atteindre le grand pectoral. Parfois, des rameaux du nerf pectoral médial passent autour du bord inférieur du petit pectoral pour atteindre et innerver le muscle grand pectoral.

Paroi médiale

La paroi médiale de la fosse axillaire est formée par la paroi thoracique supérieure (les côtes et les tissus intercostaux) et le muscle dentelé antérieur (fig. 7.43, tableau 7.4 et voir fig. 7.40).

Dentelé antérieur

Le **muscle dentelé antérieur** s'insère par des digitations musculaires sur les faces latérales des neuf premières côtes, et aussi sur le fascia des espaces intercostaux (fig. 7.43). Le muscle large et rayonné se dirige postérieurement autour de

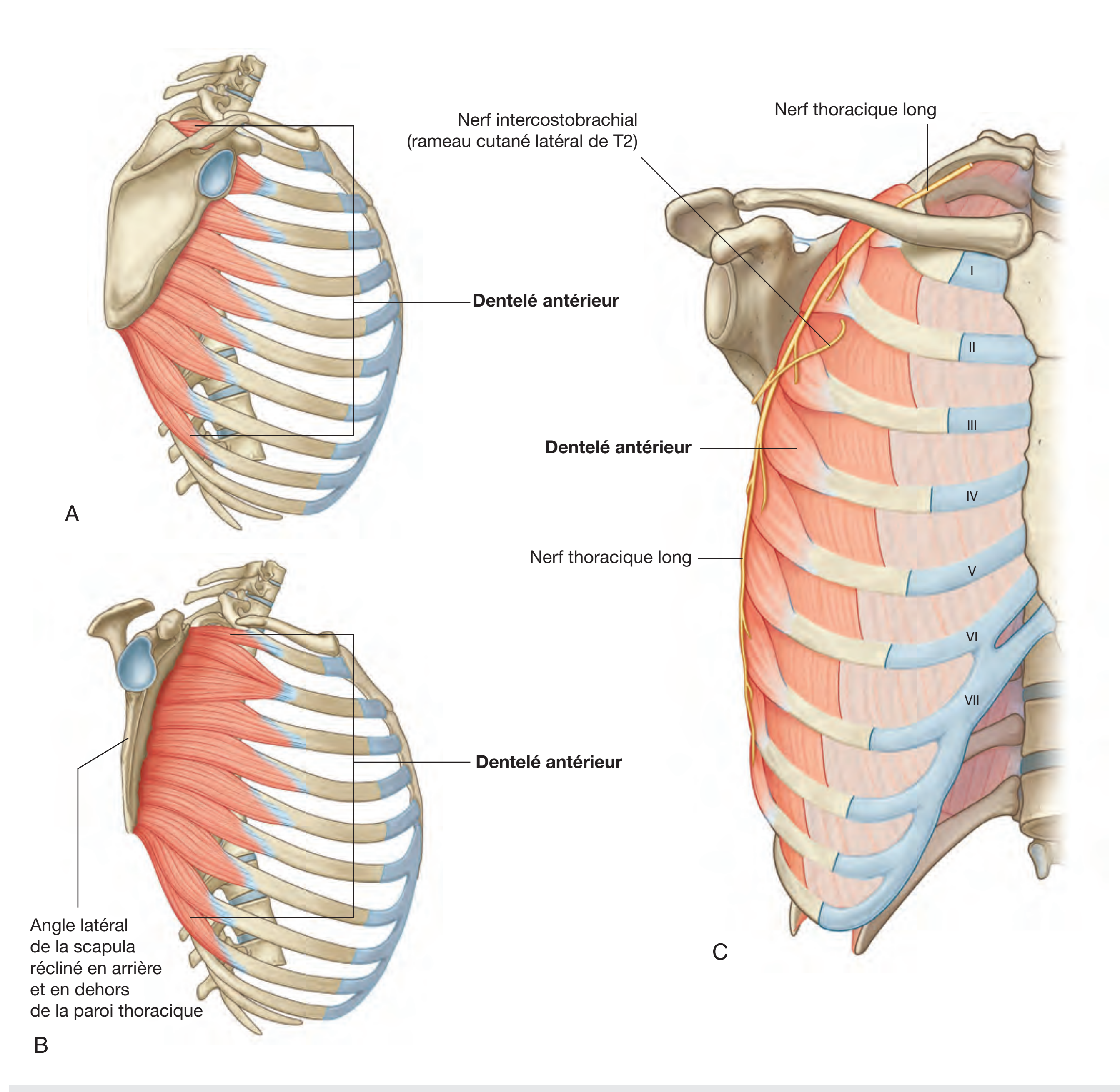


Figure 7.43 Paroi médiale de la fosse axillaire. **A.** Vue latérale. **B.** Vue latérale avec l'angle latéral de la scapula récliné en arrière. **C.** Vue antérieure.

la paroi thoracique pour s'insérer sur la face costale du bord médial de la scapula.

Le dentelé antérieur attire en avant la scapula contre la paroi thoracique et participe à la rotation latérale de la scapula. Il maintient la face costale de la scapula appliquée contre la paroi thoracique.

Le dentelé antérieur est innervé par le nerf thoracique long, qui est l'un des rameaux du plexus brachial. Il passe à travers la fosse axillaire le long de la paroi médiale, puis descend verticalement jusqu'au muscle dentelé antérieur ; il chemine sur la face externe du muscle, juste sous la peau et le fascia superficiel.

Nerf intercostobrachial

La seule structure majeure qui passe directement à travers la paroi médiale et se prolonge dans la fosse axillaire est le nerf intercostobrachial (fig. 7.43). Ce nerf est un rameau latéral cutané du second nerf intercostal (rameau antérieur de T2). Il fusionne avec un rameau du plexus brachial (le nerf médial cutané du bras) dans la fosse axillaire et innerve la peau de la face postéro-interne du bras, qui fait partie du dermatome T2.

En clinique

Décollement scapulaire (scapula alata)

Comme le nerf thoracique long descend le long de la paroi thoracique sur la face externe du muscle dentelé antérieur, juste sous la peau et le fascia sous-cutané, il est vulnérable. Une perte de fonction de ce muscle provoque une élévation du bord interne de la scapula et, surtout, de son angle inférieur par rapport à la paroi thoracique. Il en résulte une « aile » scapulaire (scapula alata), c'est-à-dire un décollement net du bord interne de la scapula notamment lorsque le patient pousse sur ses bras. De plus, l'élévation normale du bras est plus difficile.

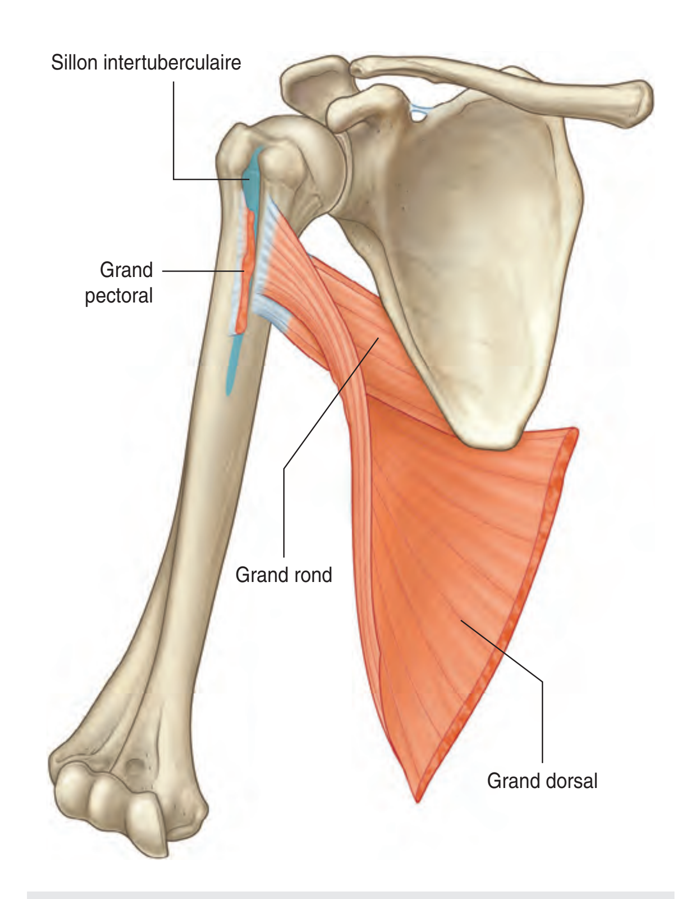


Figure 7.44 Paroi latérale de la fosse axillaire.

Paroi latérale

La paroi latérale de la fosse axillaire est étroite et est formée entièrement par le sillon intertuberculaire de l'humérus (fig. 7.44). Le muscle grand pectoral de la paroi antérieure est fixé à la berge latérale du sillon intertuberculaire. Les muscles grand rond et grand dorsal de la paroi postérieure sont respectivement insérés sur la berge médiale et au fond du sillon intertuberculaire (tableau 7.5).

Tableau 7.4 Muscle de la paroi médiale de la fosse axillaire.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Dentelé antérieur	Face latérale des 8e à 9e premières côtes et fascia recouvrant les espaces intercostaux	Face costale et bord médial de la scapula	Nerf thoracique long (**C5**, C6, C7)	Abducteur, abaisseur et rotateur latéral de la scapula. Maintient le bord médial et inférieur de la scapula appliqué contre la paroi thoracique

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Paroi postérieure

La paroi postérieure de la fosse axillaire est complexe (fig. 7.45 et voir fig. 7.50). Sa structure osseuse est formée par la face costale de la scapula. Les muscles de la paroi sont :

- le muscle subscapulaire (inséré sur la face costale de la scapula) ;
- la partie terminale des muscles grand rond et grand dorsal (qui viennent du dos et de la région scapulaire postérieure) ;
- la partie proximale du chef long du muscle triceps brachial (qui descend verticalement sur la paroi et dans le bras).

Les espaces entre les muscles de la paroi postérieure forment les ouvertures à travers lesquelles les structures neurovasculaires passent de la fosse axillaire à la région scapulaire postérieure ainsi qu'au compartiment postérieur du bras.

Tableau 7.5 Muscles des parois latérale et postérieure de la fosse axillaire.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Subscapulaire	Deux tiers médiaux de la fosse scapulaire	Tubercule mineur de l'humérus	Nerfs subscapulaires supérieur et inférieur (C5, **C6**, [C7])	**Coiffe des rotateurs** ; rotation interne du bras au niveau de l'articulation glénohumérale
Grand rond	Aire ovale allongée sur la face postérieure de l'angle inférieur de la scapula	Berge médiale du sillon intertuberculaire sur la face antérieure de l'humérus	Nerf subscapulaire inférieur (**C5**, **C6**, **C7**)	Rotation interne et extension du bras au niveau de l'articulation glénohumérale
Grand dorsal	Processus épineux des 6 dernières vertèbres dorsales et ligaments interépineux ; via le fascia thoracolombal, processus épineux des vertèbres lombales et leurs ligaments interépineux, crête iliaque ; 3e et 4e côtes	Plancher du sillon intertuberculaire de l'humérus	Nerf thoracodorsal (C6, **C7**, C8)	Adduction et rotation interne du bras au niveau de l'articulation glénohumérale
Chef long du triceps brachial	Tubercule infraglénoïdal de la scapula	Tendon commun d'insertion avec les chefs médial et latéral sur l'olécrâne de l'ulna	Nerf radial (C6, **C7**, C8)	Extension de l'avant-bras au niveau du coude ; accessoirement, adduction et extension du bras au niveau de l'articulation glénohumérale

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments d'innervation motrice ; les segments spinaux entre parenthèses n'innervent pas constamment le muscle.

Foramen suprascapulaire
• Nerf suprascapulaire

Espace axillaire latéral
• Nerf axillaire
• Veine et artère circonflexes humérales postérieures

Subscapulaire

Espace axillaire médial
• Artère circonflexe scapulaire

Grand rond

Espace axillaire inférieur
• Nerf radial
• Artère brachiale profonde

Chef long du triceps brachial

Grand dorsal

Figure 7.45 Paroi postérieure de la fosse axillaire.

Muscle subscapulaire

Le **muscle subscapulaire** est un élément important de la paroi postérieure de la fosse axillaire. Il s'insère sur la fosse subscapulaire et se termine sur le tubercule mineur de l'humérus (fig. 7.45 et fig. 7.46). Le tendon passe en avant de l'articulation glénohumérale au contact de la capsule articulaire.

Les trois muscles de la région scapulaire postérieure (supraépineux, infraépineux et petit rond) et le muscle subscapulaire forment ensemble le groupe des muscles de la coiffe des rotateurs de l'épaule, qui stabilisent l'articulation glénohumérale.

Le muscle subscapulaire est innervé par des branches de terminaison du plexus brachial (les **nerfs subscapulaires inférieur** et **supérieur**), qui prennent origine dans la fosse axillaire.

Grand rond et grand dorsal

La zone inférolatérale de la paroi postérieure de la fosse axillaire est formée par la portion terminale du **muscle grand rond** et par le tendon du **muscle grand dorsal** (fig. 7.45). Ces deux tendons sont situés sous le pli axillaire inférieur qui marque la limite postéro-inférieure de l'aisselle.

Le tendon plat du grand dorsal tourne autour du bord inférieur du grand rond sur la paroi postérieure pour s'insérer sur le plancher du sillon intertuberculaire de l'humérus. Il se fixe en avant et légèrement au-dessus de l'insertion la plus distale du tendon du muscle grand rond, sur la lèvre médiale du sillon intertuberculaire. Le bord inférieur du grand rond marque ainsi la limite inférieure de la fosse axillaire latéralement.

L'artère axillaire devient artère brachiale quand elle passe sous le bord inférieur du muscle grand rond.

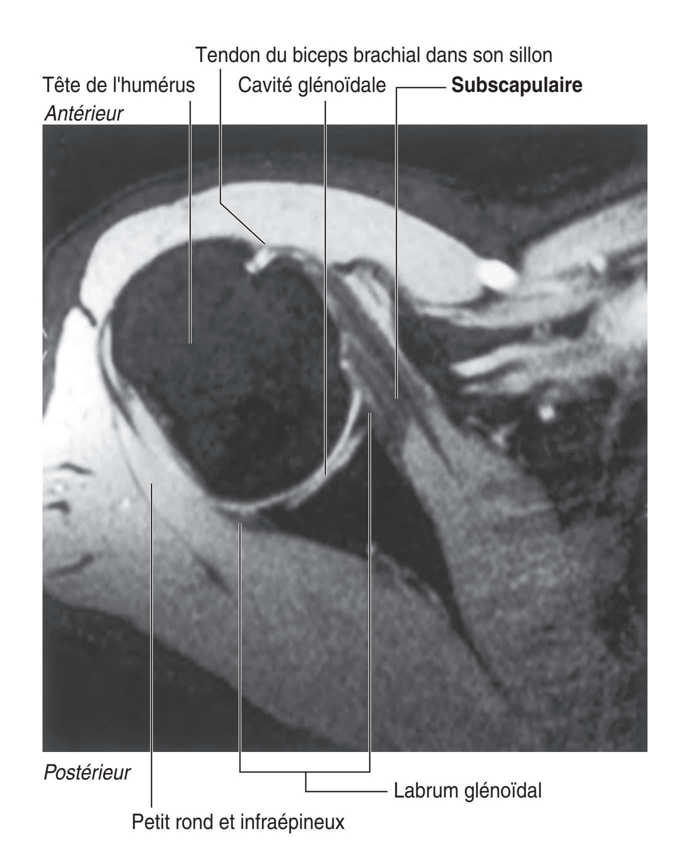


Figure 7.46 Imagerie par résonance magnétique de l'articulation glénohumérale (coupe transversale).

Chef long du triceps brachial

Le **chef long du muscle triceps brachial** descend verticalement à travers la paroi postérieure de la fosse axillaire et détermine la formation de trois ouvertures avec l'humérus et les muscles adjacents par où passent des éléments neurovasculaires majeurs :

- l'espace axillaire latéral ;
- l'espace axillaire médial ;
- l'espace axillaire inférieur (fig. 7.45).

Accès à la paroi postérieure

(Voir aussi plus haut le paragraphe « Accès à la région scapulaire postérieure », et fig. 7.37 et fig. 7.38.)

Espace axillaire latéral

L'**espace axillaire latéral** permet le passage de nerfs et de vaisseaux de la fosse axillaire et à la région scapulaire postérieure (fig. 7.45). Dans la région axillaire, une vue antérieure en montre les limites :

- le bord inférieur du muscle subscapulaire ;
- le col chirurgical de l'humérus ;
- le bord supérieur du grand rond ;
- le bord latéral du chef long du triceps brachial.

Le nerf axillaire ainsi que l'artère et la veine circonflexes humérales postérieures passent à travers cet espace.

Espace axillaire médial

L'**espace axillaire médial** est une ouverture de communication entre la fosse axillaire et la région scapulaire postérieure (voir fig. 7.45). Quand on regarde cet espace par une vue antérieure, l'espace axillaire médial est formé par :

- le bord médial du chef long du triceps brachial ;
- le bord supérieur du grand rond ;
- le bord inférieur du subscapulaire.



L'artère et la veine circonflexes scapulaires passent par cet espace.

Espace axillaire inférieur

L'espace axillaire inférieur est formé par :

- le bord latéral du chef long du triceps brachial ;
- la diaphyse humérale ;
- le bord inférieur du grand rond (fig. 7.45).

Le nerf radial, l'artère brachiale profonde (artère profonde du bras) et ses veines associées passent à travers cet intervalle pour atteindre la partie postérieure du bras.

Plancher

Le plancher de la fosse axillaire est formé par le fascia et le dôme de peau qui s'étend entre les bords inférieurs des parois (fig. 7.47 et voir fig. 7.40B). Il est renforcé par le fascia clavipectoral. Le pli axillaire antérieur est situé plus haut que le pli axillaire postérieur.

Au-dessous, les éléments vasculaires et nerveux venus de l'aisselle passent immédiatement en dehors du plancher là où les parois antérieure et postérieure de l'aisselle convergent et où l'aisselle se continue avec le compartiment antérieur du bras.

Contenu de la fosse axillaire

Les principaux vaisseaux, nerfs et éléments lymphatiques du membre supérieur passent à travers la fosse axillaire. Cet espace contient aussi la partie proximale de deux muscles importants du bras, biceps et triceps, le processus axillaire du sein et un réseau de nœuds lymphatiques qui draine le membre supérieur la paroi thoracique et le sein.

Les parties proximales des muscles biceps brachial et coracobrachial passent à travers la fosse axillaire (tableau 7.6).

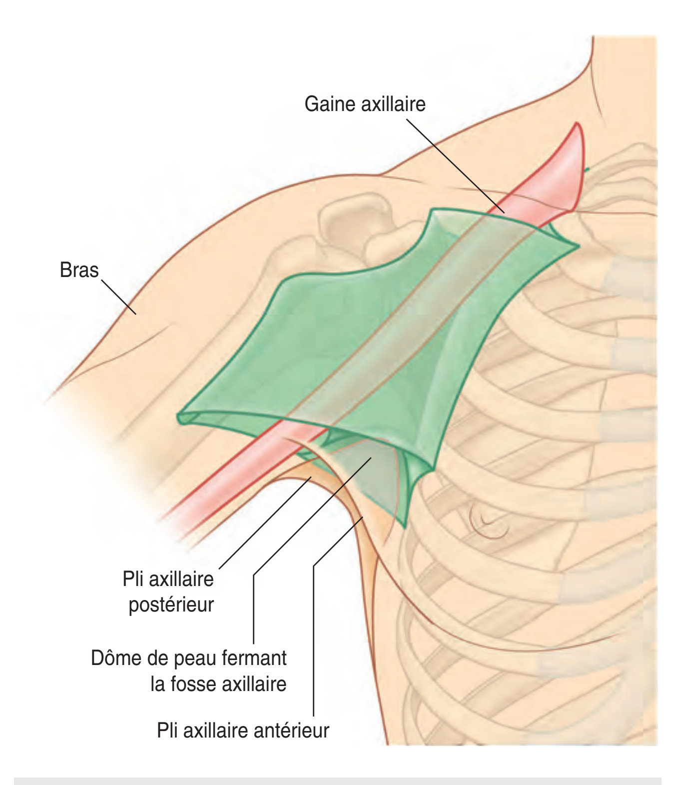


Figure 7.47 Plancher de la fosse axillaire.

Tableau 7.6 Muscles passant dans la fosse axillaire.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Biceps brachial	Chef long : tubercule supraglénoïdal de la scapula ; chef court : pointe du processus coracoïde de la scapula	Tubérosité du radius	Nerf musculocutané (**C5**, **C6**)	Puissant fléchisseur de l'avant-bras au niveau du coude, et supinateur de l'avant-bras ; accessoirement, fléchisseur du bras au niveau de l'articulation glénohumérale
Coracobrachial	Apex du processus coracoïde	Ligne à mi-diaphyse sur le bord médial de l'humérus	Nerf musculocutané (**C5**, **C6**, **C7**)	Fléchisseur du bras au niveau de l'articulation glénohumérale ; adducteur du bras

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Biceps brachial

Le **muscle biceps brachial** est formé de deux chefs (fig. 7.48) :

- le chef court s'insère sur la pointe du processus coracoïde de la scapula et descend verticalement à travers la fosse axillaire puis dans le bras où il rejoint le chef long ;
- le chef long s'insère par un tendon sur le tubercule supraglénoïdal de la scapula, passe au-dessus de la tête de l'humérus dans l'articulation glénohumérale, entouré d'une gaine synoviale, et entre dans le sillon intertuberculaire où il est maintenu en place par le ligament transverse huméral, tendu entre le tubercule majeur et le tubercule mineur. Le tendon passe à travers la fosse axillaire au niveau du sillon intertuberculaire et se prolonge par le corps musculaire au niveau du bras.

Le chef long et le chef court se rejoignent dans la région distale du bras et s'insèrent par un tendon unique sur la tubérosité bicipitale du radius au niveau de l'avant-bras.

Le muscle biceps brachial est un puissant fléchisseur de l'avant-bras au niveau de l'articulation du coude, et aussi un puissant supinateur de l'avant-bras. Parce que ses deux chefs sont originaires de la scapula, ce muscle a aussi une action de flexion du bras au niveau de l'articulation glénohumérale. De plus, le chef long du biceps brachial limite l'ascension de la tête de l'humérus au niveau de la cavité glénoïdale.

Le muscle biceps brachial est innervé par le nerf musculo-cutané.

Coracobrachial

Le **muscle coracobrachial** et le chef court du biceps brachial s'insèrent sur la pointe du processus coracoïde (fig. 7.48). Le coracobrachial descend verticalement à travers la fosse axillaire pour s'insérer au niveau d'une petite ligne rugueuse à la face médiale de l'humérus, au milieu de la diaphyse.

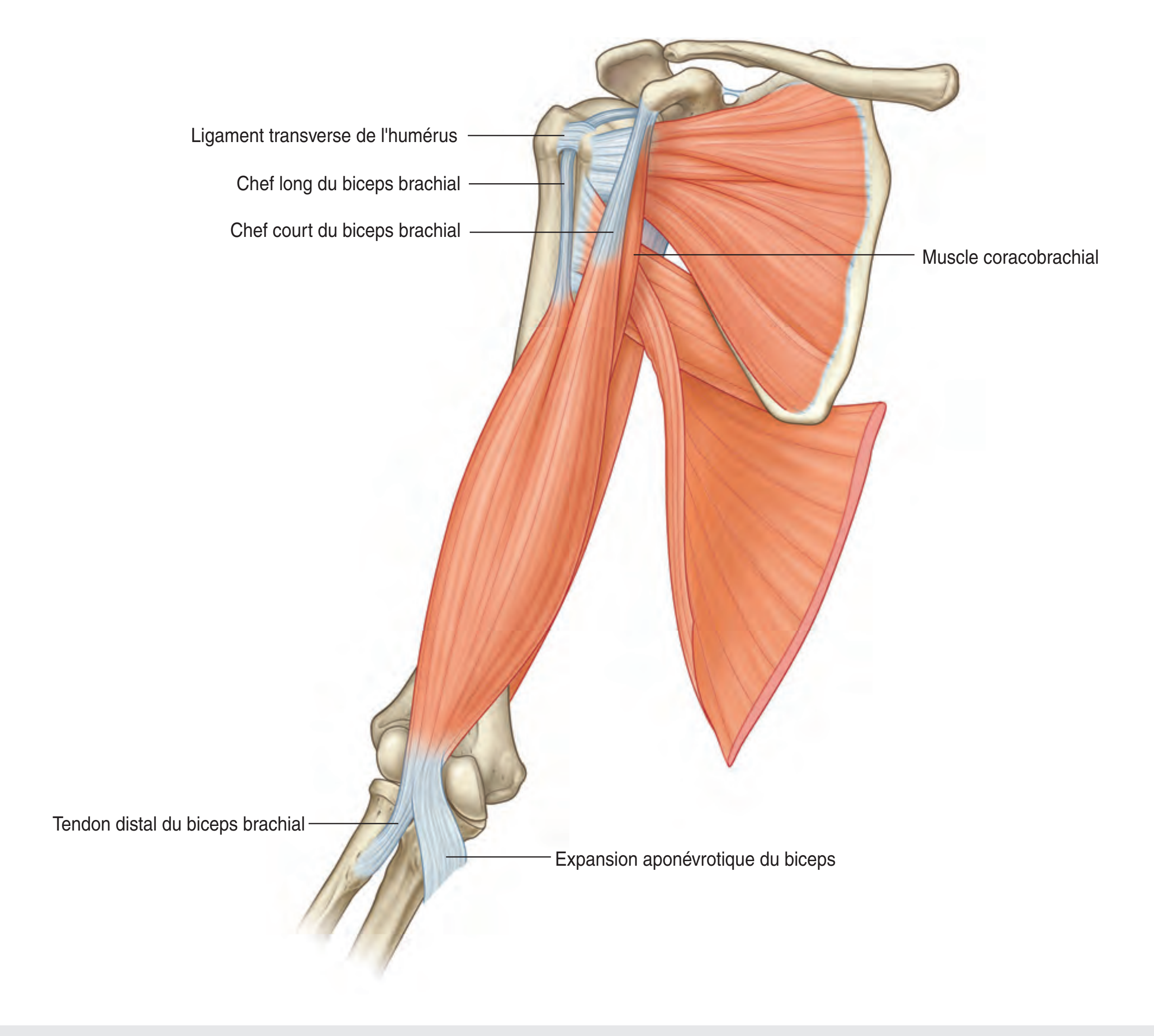


Figure 7.48 Contenu de la fosse axillaire : les muscles.



Le muscle coracobrachial fléchit le bras au niveau de l'articulation glénohumérale.

Dans la fosse axillaire, la face médiale du muscle coracobrachial est rejointe par le nerf musculocutané qui le traverse et l'innerve avant de passer dans le bras.

Artère axillaire

L'artère axillaire assure la vascularisation des parois de la fosse axillaire et des régions environnantes, pour ensuite continuer plus distalement et devenir l'artère principale du membre supérieur (fig. 7.49).

L'artère subclavière dans le cou devient l'artère axillaire au niveau du bord latéral de la 1re côte et passe à travers la fosse axillaire, devenant l'artère brachiale au niveau du bord inférieur du muscle grand rond.

L'artère axillaire est divisée en trois parties par le muscle petit pectoral qui la croise antérieurement (fig. 7.49) :

- la première partie est située au-dessus du petit pectoral ;
- la deuxième partie est derrière le petit pectoral ;
- la troisième partie est au-dessous du petit pectoral.

Figure 7.49 Contenu de la fosse axillaire : l'artère axillaire.

Généralement, six branches partent de l'artère axillaire :

- une branche, l'**artère thoracique supérieure**, est issue de la première partie ;
- deux branches, l'**artère thoracoacromiale** et l'**artère thoracique latérale**, sont issues de la deuxième partie ;
- trois branches, l'**artère subscapulaire**, l'**artère circonflexe humérale antérieure** et l'**artère circonflexe humérale postérieure**, sont issues de la troisième partie (fig. 7.50).

Artère thoracique supérieure

L'artère thoracique supérieure est petite et issue de la face antérieure de la première partie de l'artère axillaire (fig. 7.50). Elle vascularise les régions hautes des parois axillaires antérieure et médiale.

Artère thoracoacromiale

L'artère thoracoacromiale est courte. Issue de la face antérieure de la deuxième partie de l'artère axillaire, juste derrière le bord médial (supérieur) du muscle petit pectoral

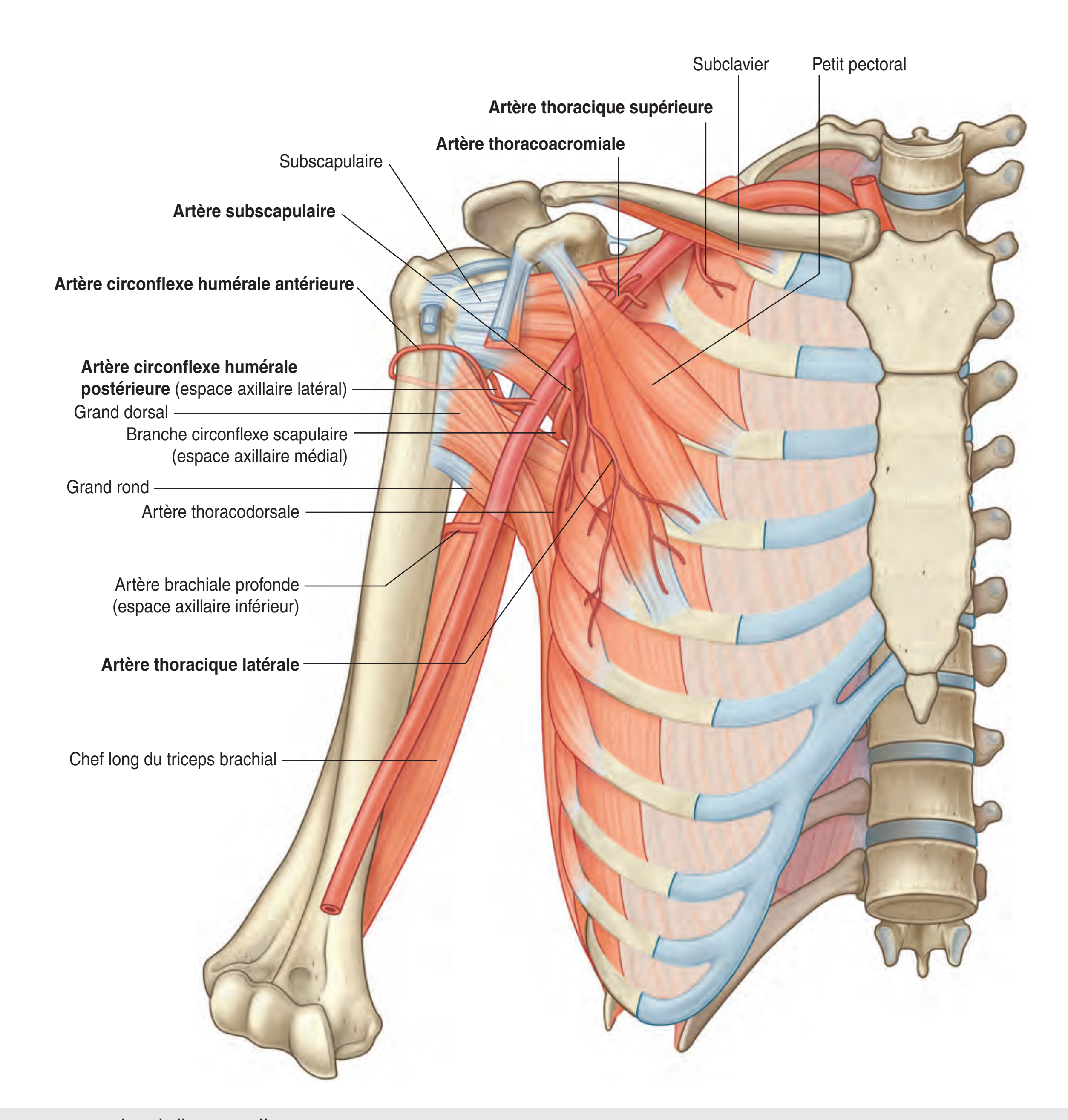


Figure 7.50 Branches de l'artère axillaire.

(fig. 7.50), elle tourne autour du bord supérieur du muscle, pénètre le fascia clavipectoral et se divise immédiatement en quatre branches – pectorale, deltoïdienne, claviculaire et acromiale – qui vascularisent la paroi antérieure et les structures adjacentes.

La branche pectorale contribue à la vascularisation de suppléance du sein, tandis que la branche deltoïdienne passe dans le triangle clavipectoral où elle accompagne la veine céphalique pour vasculariser les structures voisines (voir fig. 7.41).

Artère thoracique latérale

L'artère thoracique latérale naît de la face antérieure de la deuxième partie de l'artère axillaire derrière le bord inférieur du petit pectoral (fig. 7.50). Elle suit le bord du muscle jusqu'à la paroi thoracique et vascularise les parois médiale et antérieure de la fosse axillaire. Chez la femme, des branches émergent autour du bord inférieur du grand pectoral et contribuent à la vascularisation de suppléance du sein.

Artère subscapulaire

L'artère subscapulaire est une grosse branche de l'artère axillaire et représente le principal vaisseau de la paroi postérieure de la fosse axillaire (fig. 7.50). Elle contribue aussi à la vascularisation de la région scapulaire postérieure.

L'artère subscapulaire est issue de la face postérieure de la troisième partie de l'artère axillaire. Elle suit le bord inférieur du muscle subscapulaire sur une courte distance, puis se divise en deux branches terminales, l'**artère circonflexe scapulaire** et l'**artère thoracodorsale**.

- L'artère circonflexe scapulaire passe à travers l'espace axillaire médial entre les muscles subscapulaire, grand rond et triceps brachial. En arrière, elle passe en dessous ou dans l'insertion du petit rond pour entrer dans la fosse infraépineuse. Elle s'anastomose avec l'artère suprascapulaire et la **branche profonde** (**artère scapulaire dorsale**) de l'artère cervicale transverse pour constituer un réseau artériel anastomotique périscapulaire.
- L'artère thoracodorsale suit le bord latéral de la scapula jusqu'à l'angle inférieur. Elle contribue à la vascularisation des parois postérieure et médiale de la fosse axillaire.

Artère circonflexe humérale antérieure

L'**artère circonflexe humérale antérieure** est petite comparée à la postérieure. Elle est issue du bord latéral de la troisième partie de l'artère axillaire (fig. 7.50). Elle passe sur la face antérieure du col chirurgical de l'humérus et s'anastomose avec l'artère circonflexe humérale postérieure.

L'artère circonflexe humérale antérieure vascularise les tissus environnants et, entre autres, la tête humérale et l'articulation glénohumérale.

Artère circonflexe humérale postérieure

L'**artère circonflexe humérale postérieure** est issue du bord latéral de la troisième partie de l'artère axillaire, juste en arrière de l'origine de l'artère circonflexe humérale antérieure (fig. 7.50). Avec le nerf axillaire, elle quitte la fosse axillaire en passant à travers l'espace axillaire latéral entre le grand rond, le petit rond, le chef long du triceps brachial et le col chirurgical de l'humérus.

L'artère circonflexe humérale postérieure contourne le col chirurgical de l'humérus et vascularise les muscles environnants ainsi que l'articulation glénohumérale. Elle s'anastomose avec son homologue antérieure et avec des branches des artères brachiale profonde, suprascapulaire et thoracoacromiale.

Veine axillaire

La veine axillaire débute au bord inférieur du muscle grand rond et correspond à la continuité de la veine basilique (fig. 7.51), qui est une veine superficielle drainant les faces postéromédiales de la main et de l'avant-bras avant de cheminer en sous-fascial au milieu du bras.

La veine axillaire passe à travers la fosse axillaire, en position médiale et antérieure par rapport à l'artère axillaire et devient la veine subclavière en croisant le bord latéral de la 1re côte au niveau de l'ouverture axillaire. Les branches de la veine axillaire suivent les branches de l'artère axillaire. D'autres veines rejoignent la veine axillaire, comme les veines brachiales qui accompagnent l'artère brachiale, et la veine céphalique.

La veine céphalique est une veine superficielle qui draine les faces latérale et postérieure de la main, de l'avant-bras et du bras. Au niveau de la région de l'épaule, elle traverse l'espace axillaire médial inversé (triangle clavipectoral) entre le muscle deltoïde, le muscle grand pectoral et la clavicule. Dans la partie supérieure du triangle clavipectoral, la veine céphalique passe profondément sous le chef claviculaire du muscle grand pectoral et traverse le fascia clavipectoral pour se terminer dans la veine axillaire. Beaucoup des patients ayant une importante perte de sang ou une forte déshydratation requièrent une perfusion. Un accès à une voie veineuse périphérique est nécessaire pour le remplissage vasculaire. Les abords veineux habituels sont la veine céphalique au niveau de la tabatière anatomique ou les veines superficielles du pli du coude.

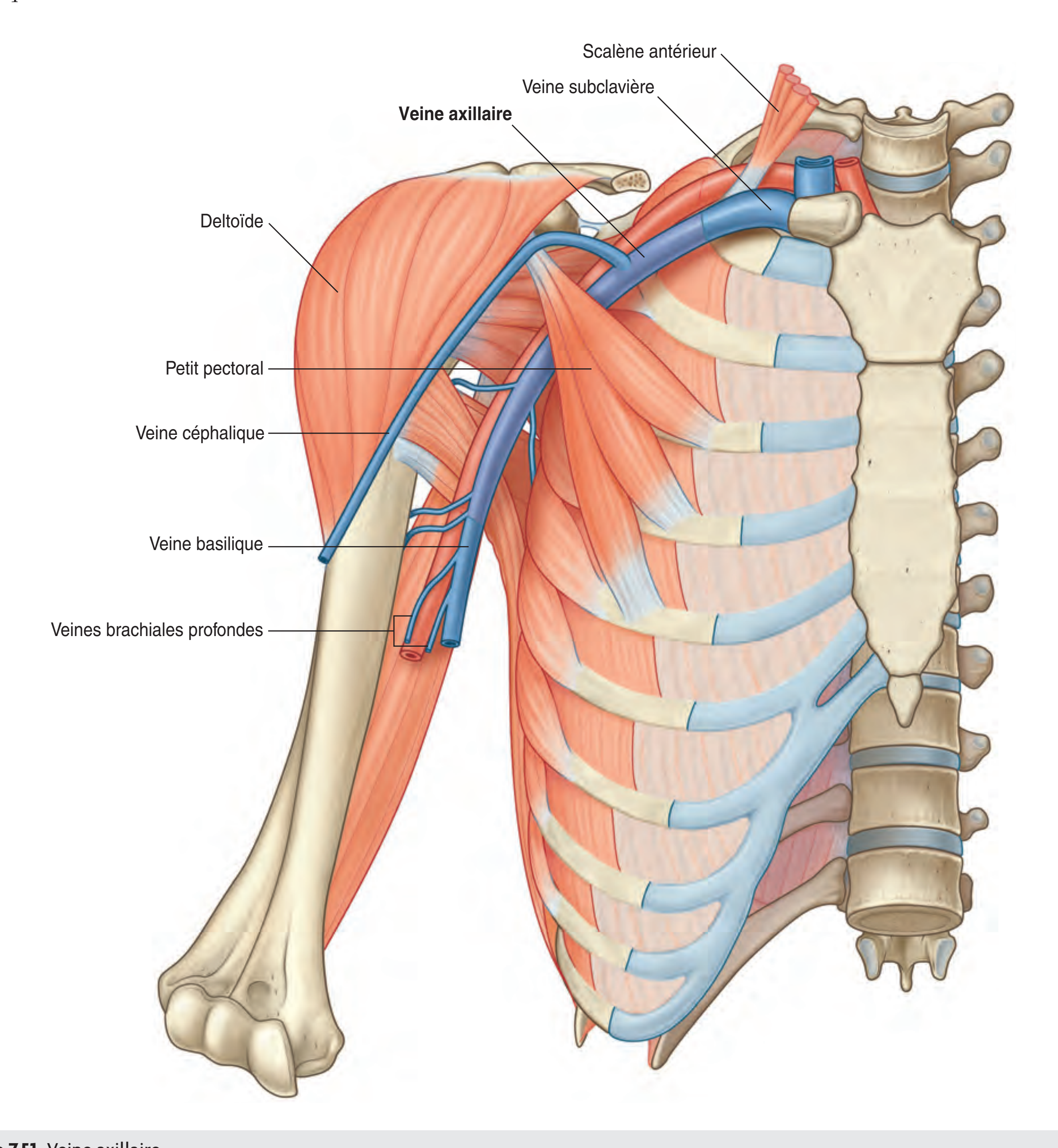


Figure 7.51 Veine axillaire.



En clinique

Imagerie de la vascularisation du membre supérieur

Quand il y a un diagnostic clinique d'obstruction des vaisseaux du membre supérieur, ou lorsque il est nécessaire de faire une fistule artérioveineuse (pour une dialyse rénale), l'imagerie des vaisseaux est nécessaire.

L'échographie est utile pour faire un bilan non invasif des vaisseaux du membre supérieur, de la troisième partie de l'artère subclavière jusqu'aux arcades artérielles palmaires superficielles et profondes. Le flux sanguin peut être quantifié et les anomalies anatomiques décelées.

Dans certains cas, l'angiographie peut être, utilisée. L'artère fémorale est ponctionnée sous le ligament inguinal et un long cathéter est monté de l'artère iliaque jusqu'à l'arc aortique pour entrer dans l'artère subclavière gauche ou le tronc artériel brachiocéphalique droit puis l'artère subclavière droite. Un produit de contraste radio-opaque est injecté dans le vaisseau et des radiographies sont faites à différents temps de passages artériel, capillaire et, enfin, veineux.

En clinique

Traumatisme des artères du membre supérieur

La vascularisation du membre supérieur est particulièrement susceptible aux traumatismes là où les vaisseaux sont fixés ou en position sous-cutanée.

Fracture de la 1re côte

L'artère subclavière passe du cou à la fosse axillaire, croisant la 1re côte où elle est fixée par les muscles scalènes qui s'insèrent sur la 1re côte. Une lésion liée à une décélération brutale peut entraîner un traumatisme de la région thoracique supérieure et peut causer une fracture de la 1re côte. Ce traumatisme peut provoquer des lésions graves de la dernière partie de l'artère subclavière ou de la première partie de l'artère axillaire. Heureusement, il existe de nombreuses connexions entre les branches de l'artère subclavière et celles de l'artère axillaire, qui forment un réseau de suppléance autour de la scapula et de la région proximale de l'humérus ; aussi, même après une section complète d'un vaisseau, le bras est rarement en ischémie aiguë (l'ischémie est l'absence de vascularisation ou une faible vascularisation d'un membre).

Luxation antérieure de la tête de l'humérus

Une luxation antérieure de la tête de l'humérus peut comprimer l'artère axillaire et provoquer une occlusion du vaisseau. Bien que cette compression n'entraîne pas une ischémie complète du membre supérieur, il est parfois nécessaire d'avoir recours à la chirurgie pour rétablir une fonction indolore. L'artère étant en contact étroit avec le plexus brachial, celui-ci peut être également atteint lors d'une luxation antérieure.

En clinique

Abord veineux subclavier/axillaire

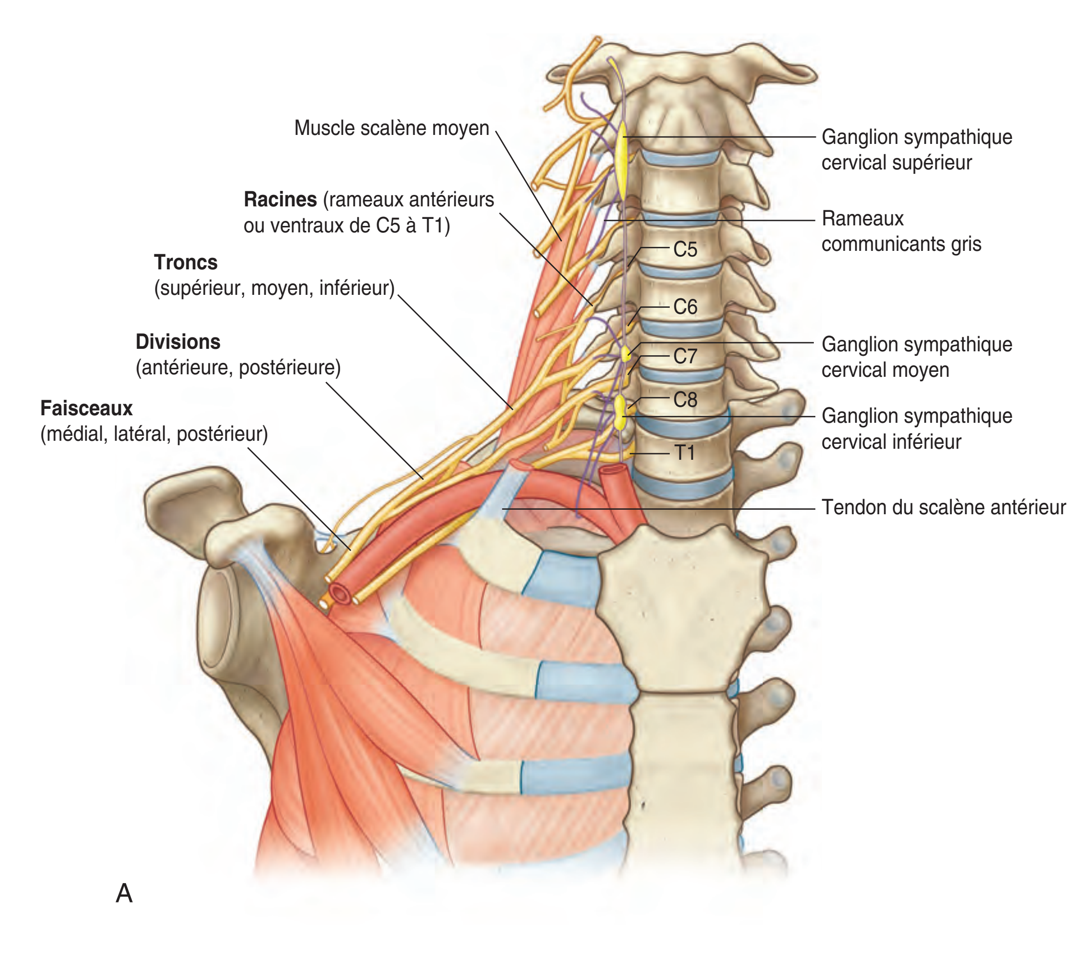
Plusieurs voies d'accès au réseau veineux central sont possibles. Les voies subclavière et jugulaire sont communément utilisées par les cliniciens. La voie subclavière est mal nommée, mais ce terme demeure consacré en pratique clinique. En fait, la plupart des cliniciens utilisent la veine axillaire.

De nombreux patients font l'objet d'un cathétérisme veineux par les veines subclavière et axillaire. L'entrée dans les veines subclavière et axillaire est une technique relativement directe. La clavicule est identifiée et un trocart est placé dans la région infraclaviculaire en direction supéromédiale. L'aspiration de sang confirme l'entrée dans la veine. Cette voie d'abord est très utilisée pour des perfusions intraveineuses de longue durée, ou pour un abord veineux limité dans le temps mais associant plusieurs cathéters (soins d'urgences et réanimation). La voie subclavière ou axillaire est aussi la voie préférée pour la mise en place de câbles de pacemaker. Il existe cependant un point d'entrée préférentiel pour prévenir les complications. La veine peut être ponctionnée sur la ligne médioclaviculaire ou latéralement par rapport à cette ligne. La justification de ce point de ponction réside dans le trajet de la veine et ses rapports avec les structures voisines. La veine chemine en avant de l'artère, au-dessus de la première côte et sous la clavicule, et continue vers l'ouverture thoracique. Le muscle subclavier est situé sous la clavicule. Si le point d'entrée est situé à l'endroit où le muscle subclavier est au contact de la veine axillaire, le cathéter ou le câble peuvent être coudés à ce niveau. De plus, les contractions et les relâchements de ce muscle peuvent induire un point de faiblesse qui peut à terme provoquer une rupture. Une rupture de câble de pacemaker ou une fracture de cathéter de chimiothérapie peuvent avoir de graves conséquences pour le patient.

Plexus brachial

Le plexus brachial est un plexus nerveux somatique formé par les **rameaux antérieurs** de C5 à C8, et la plupart des rameaux antérieurs de T1 (fig. 7.52). Le plexus prend origine dans le cou, se dirige latéralement et en bas, et passe au-dessus de la 1re côte pour entrer dans la fosse axillaire.

Les différentes parties du plexus brachial de médial en latéral sont les racines, les troncs, les divisions et les faisceaux. Tous les nerfs majeurs qui innervent le membre supérieur sont issus du plexus brachial, et pour la plus grande partie d'entre eux, des faisceaux. Les parties proximales du plexus brachial sont en arrière de l'artère subclavière dans le cou, alors que les éléments les plus distaux du plexus entourent l'artère axillaire.



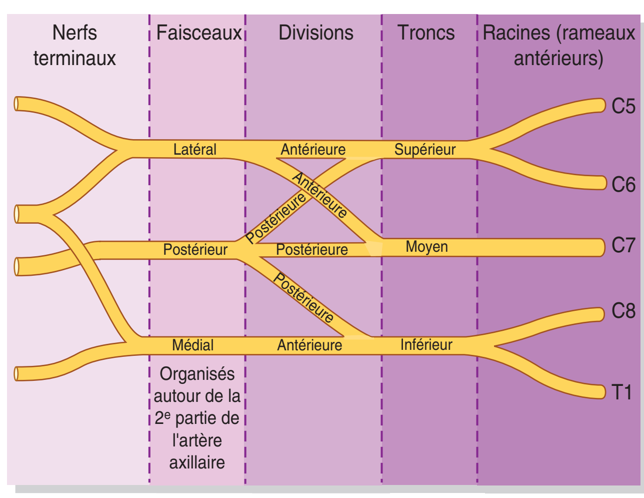


Figure 7.52 Plexus brachial. **A.** Principaux composants du cou et de la région axillaire. **B.** Représentation schématique des différentes parties du plexus brachial.



Racines

Les racines du plexus brachial sont les rameaux ventraux des nerfs cervicaux de C5 à C8 et de la plus grande partie de T1. Proches de leur origine, les racines reçoivent les **rameaux communicants gris** du tronc sympathique (fig. 7.52), qui apportent les fibres sympathiques postganglionnaires aux racines pour leur distribution à la périphérie. Les racines et les troncs entrent dans le **triangle postérieur du cou** en passant entre le scalène antérieur et le scalène moyen, puis suivent les faces supérieure et postérieure de l'artère subclavière.

Troncs

Les trois troncs du plexus brachial issus des racines passent latéralement sur la 1re côte, et entrent dans la fosse axillaire (fig. 7.52) :

- le tronc supérieur est formé par l'union des racines C5 et C6 ;
- le tronc moyen est la continuité de la racine C7 ;
- le tronc inférieur est formé par l'union des racines C8 et T1.

Le tronc inférieur passe au-dessus de la 1re côte en arrière de l'artère subclavière ; les troncs moyen et supérieur se situent plus haut.

Divisions

Chacun des trois troncs du plexus brachial donne deux divisions antérieure et postérieure (fig. 7.52) :

- les trois branches de division antérieure forment une partie du plexus brachial qui donne les nerfs périphériques destinés aux compartiments antérieurs du bras et de l'avant-bras ;
- les trois branches de division postérieure se combinent pour former la partie du plexus brachial qui donne les nerfs destinés aux compartiments postérieurs.

Aucun nerf périphérique n'est originaire directement des divisions du plexus brachial.

Faisceaux

Les trois faisceaux du plexus brachial prennent origine au niveau des divisions et sont en relation avec la deuxième partie de l'artère axillaire (fig. 7.52) :

- le **faisceau latéral** résulte de l'union des divisions antérieures des troncs supérieur et moyen, et contient des fibres de C5 à C7 ; il est situé latéralement au niveau de la deuxième partie de l'artère axillaire ;
- le **faisceau médial** est en dedans de la deuxième partie de l'artère axillaire, et fait suite à la division antérieure du tronc inférieur ; il contient des fibres de C8 à T1 ;
- le **faisceau postérieur** se trouve en arrière de la deuxième partie de l'artère axillaire, et est formé par la réunion des trois divisions postérieures ; il contient des fibres de toutes les racines du plexus brachial (C5 à T1).

La plupart des principaux nerfs périphériques du membre supérieur sont issus des faisceaux du plexus brachial. Généralement, les nerfs destinés aux compartiments antérieurs du membre supérieur proviennent des faisceaux médial et latéral, et les nerfs destinés aux compartiments postérieurs sont issus du faisceau postérieur.

Rameaux (tableau 7.7)

Rameaux des racines

En plus des petits rameaux segmentaires de C5 à C8 pour les muscles du cou et de la participation de C5 au nerf phrénique, les racines du plexus brachial donnent naissance au nerf dorsal scapulaire et au nerf thoracique long (fig. 7.53).

Le **nerf dorsal scapulaire** :

- naît de la racine C5 du plexus brachial ;
- passe postérieurement au scalène moyen dans le cou, et souvent le traverse, pour atteindre la scapula et descendre sur son bord médial (fig. 7.54) ;
- innerve les muscles grand et petit rhomboïdes à partir de leurs faces profondes.

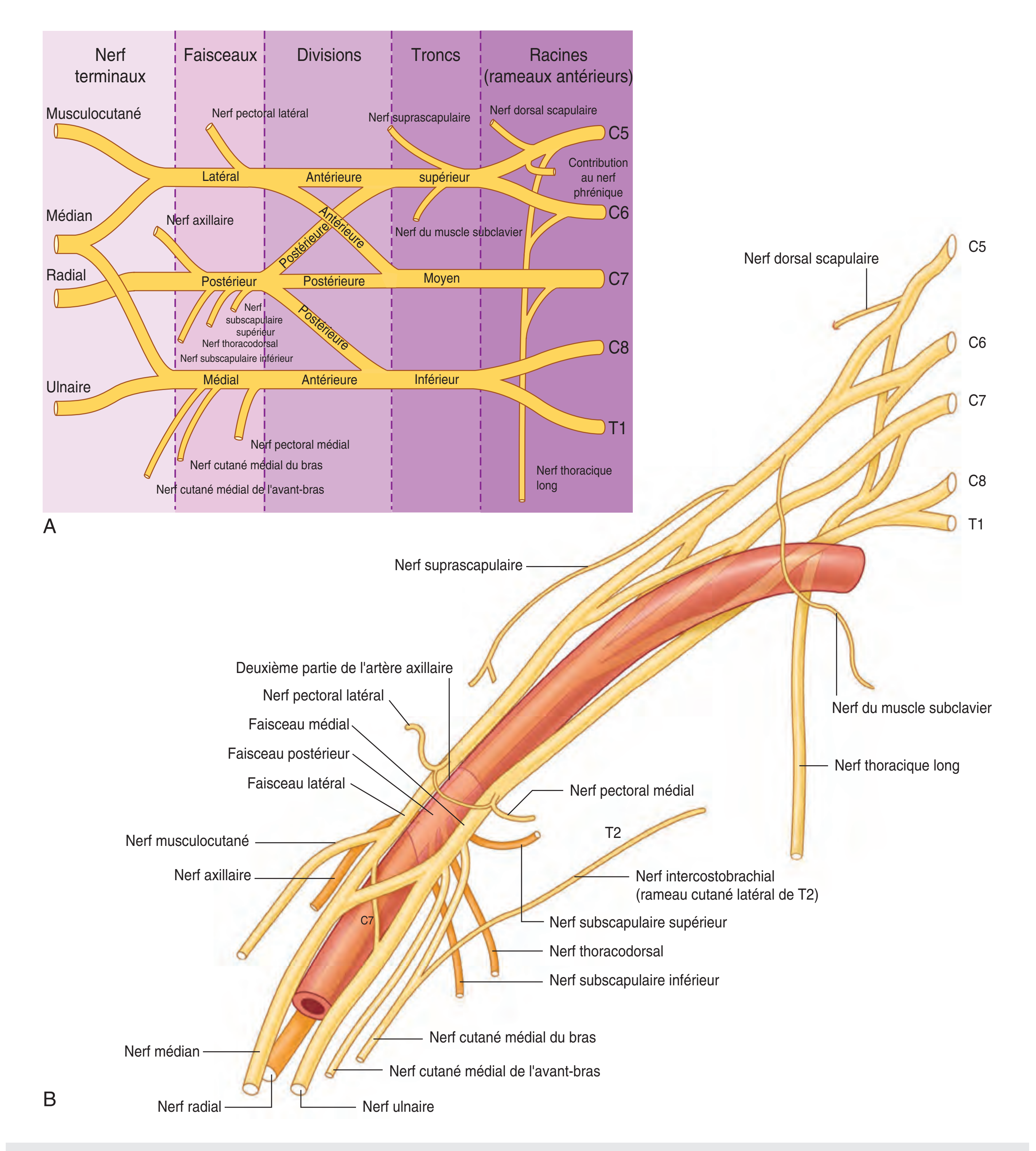


Figure 7.53 Plexus brachial. **A.** Schéma des différents rameaux du plexus brachial. **B.** Rapports avec l'artère axillaire.



Le **nerf thoracique long** :

- naît des rameaux antérieurs de C5 à C7 ;
- descend verticalement dans le cou, à travers la fosse axillaire, pour innerver le muscle dentelé antérieur (fig. 7.54) ;
- chemine sur la face superficielle du dentelé antérieur.

Rameaux des troncs

Les seuls rameaux issus des troncs du plexus brachial sont deux nerfs originaires du tronc supérieur : le nerf suprascapulaire et le nerf du muscle subclavier (fig. 7.53).

Figure 7.54 Rameaux des racines et des troncs du plexus brachial.

Le **nerf suprascapulaire** (C5 et C6) :

- naît du tronc supérieur du plexus brachial ;
- passe latéralement à travers le triangle postérieur du cou (fig. 7.54) puis à travers le foramen suprascapulaire pour entrer dans la région scapulaire postérieure ;
- innerve les muscles supraépineux et infraépineux ;
- est accompagné dans les parties latérales du cou et dans la région scapulaire postérieure par l'artère suprascapulaire.

Le **nerf du muscle subclavier** (C5 et C6) est un petit nerf qui :

- est originaire du tronc supérieur du plexus brachial ;
- passe au-dessus de l'artère et de la veine axillaires ;
- innerve le muscle subclavier.

Rameaux du faisceau latéral

Trois nerfs sont originaires entièrement ou partiellement du faisceau latéral (fig. 7.53).

- Le **nerf pectoral latéral** est le rameau le plus proximal du faisceau latéral ; il passe en avant et, avec l'artère thoracoacromiale, pénètre le fascia clavipectoral et chemine entre le subclavier et le petit pectoral (fig. 7.55) pour innerver le muscle grand pectoral.
- Le **nerf musculocutané** est un gros rameau du faisceau latéral ; il se dirige latéralement pour pénétrer le muscle coracobrachial qu'il traverse, puis descend entre le biceps brachial et le muscle brachial dans le bras, pour innerver les trois fléchisseurs dans le bras. Il se termine par le **nerf cutané latéral de l'avant-bras**.
- La **racine latérale du nerf médian** est le plus gros rameau du faisceau latéral. Elle passe médialement et rejoint un rameau similaire issu du faisceau médial pour former le nerf médian (fig. 7.55).

Rameaux du faisceau médial

Le faisceau médial a cinq rameaux (fig. 7.55).

- Le **nerf pectoral médial** est le rameau le plus proximal. Il reçoit un rameau de la branche pectorale latérale et passe antérieurement entre l'artère et la veine axillaires. Des rameaux du nerf pénètrent et innervent le muscle petit pectoral. Quelques-uns d'entre eux pénètrent jusqu'au grand pectoral qu'elles innervent. D'autres rameaux passent parfois sous le bord inférieur du petit pectoral ou à son bord latéral pour rejoindre le grand pectoral.
- Le **nerf cutané médial du bras** (**nerf cutané médial brachial**) passe à travers la fosse axillaire puis le bras, où il traverse le fascia profond pour innerver la peau située sur le bord médial du tiers distal du bras. Dans la fosse axillaire, le nerf s'unit au **nerf intercostal** de T2. Les fibres du nerf cutané médial du bras innervent la partie supérieure de la face médiale du bras et le plancher de la fosse axillaire.
- Le **nerf cutané médial de l'avant-bras** (**nerf cutané médial antébrachial**) prend origine juste au-dessous du nerf cutané médial du bras. Il passe hors de la fosse axillaire dans le bras, où il donne des rameaux pour la peau au-dessus du muscle biceps brachial ; il descend ensuite dans le bras pour pénétrer le fascia profond avec la veine basilique. Il continue plus bas sous la peau de la face antérieure de l'avant-bras et innerve la face médiale de l'avant-bras jusqu'au poignet.
- La **racine médiale du nerf médian** se dirige latéralement pour rejoindre la racine similaire issue du faisceau latéral pour former le nerf médian, devant la troisième partie de l'artère axillaire.
- Le **nerf ulnaire** est un gros rameau du faisceau médial (fig. 7.55). Cependant, il reçoit souvent des rameaux venus de la racine latérale du nerf médian, issue du faisceau latéral qui lui apporte des fibres de C7 (voir fig. 7.53B). Le nerf ulnaire passe à travers le bras et l'avant-bras jusqu'à la main, où il innerve tous les muscles intrinsèques de la main (excepté les trois muscles thénariens et les deux lombricaux latéraux). En passant à travers l'avant-bras, il innerve le muscle fléchisseur ulnaire du carpe et la moitié médiale du muscle fléchisseur profond des doigts. Le nerf ulnaire innerve la peau de la face palmaire de l'auriculaire, la moitié de la face médiale de l'annulaire, la zone correspondante à la paume et au poignet. Sur la face dorsale, le nerf ulnaire innerve la partie médiale de la main, limitée par une ligne passant par le majeur, à l'exception de la moitié latérale des deux dernières phalanges de l'annulaire.

Nerf médian. Le nerf médian est formé devant la troisième partie de l'artère axillaire par la réunion des racines latérale et médiale issues des faisceaux médial et latéral du plexus brachial (fig. 7.55). Il passe dans le bras en avant de l'artère brachiale, puis passe du bras à l'avant-bras, où il innerve la plupart des muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras (excepté le muscle fléchisseur ulnaire du carpe et la moitié médiale du muscle fléchisseur profond des doigts qui sont innervés par le nerf ulnaire).

Le nerf médian continue dans la main pour innerver :

Nerf intercostal T1
Faisceau médial
Faisceau latéral
Nerf pectoral latéral
Artère axillaire
Nerf musculocutané
Nerf pectoral médial
Nerf cutané médial du bras
Nerf médian
Petit pectoral
Nerf cutané médial de l'avant-bras
Nerf ulnaire
Nerf cutané latéral de l'avant-bras

Figure 7.55 Branches des faisceaux latéral et médial du plexus brachial.

Tableau 7.7 Rameaux du plexus brachial.

Rameau	Fonction
Dorsal scapulaire Origine : racine C5 Segment spinal : C5	**Motrice :** Grand et petit rhomboïdes
Thoracique long Origine : C5 à C7 Segments spinaux : de C5 à C7	**Motrice :** Dentelé antérieur
Suprascapulaire Origine : tronc supérieur Segments spinaux : C5, C6	**Motrice :** Infraépineux et supraépineux
Nerf du muscle subclavier Origine : tronc supérieur Segments spinaux : C5, C6	**Motrice :** Subclavier
Pectoral latéral Origine : faisceau latéral Segments spinaux : de C5 à C7	**Motrice :** Grand pectoral
Musculocutané Origine : faisceau latéral Segments spinaux : de C5 à C7 (reçoit également une contribution des segments C5 à C7 par un rameau communicant avec le nerf pectoral latéral)	**Motrice :** Tous les muscles du compartiment antérieur du bras **Sensitive :** Peau à la face latérale de l'avant-bras
Pectoral médial Origine : faisceau médial Segments spinaux : C8, T1	**Motrice :** Grand pectoral et petit pectoral
Cutané médial du bras Origine : faisceau médial Segments spinaux : C8, T1	**Sensitive :** Peau à la face antéromédiale du tiers distal du bras
Cutané médial de l'avant-bras Origine : faisceau médial Segments spinaux : C8, T1	**Sensitive** : Peau à la face médiale de l'avant-bras

(*Suite*)



Tableau 7.7 Suite.

Rameau	Fonction
Médian Origine : faisceaux médial et latéral Segments spinaux : (C5), C6 à T1	**Motrice** : Tous les muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras (à l'exception du fléchisseur ulnaire du carpe et de la moitié du long fléchisseur profond), les trois muscles thénariens (opposant, court adducteur et court fléchisseur du pouce), et les deux muscles lombricaux latéraux **Sensitive** : Peau palmaire des trois doigts latéraux et la moitié du quatrième, et peau sur la face latérale de la main jusqu'au poignet
Ulnaire Origine : faisceau médial Segments spinaux : (C7), C8, T1	**Motrice** : Tous les muscles intrinsèques de la main (excepté les muscles innervés par le médian), le fléchisseur ulnaire du carpe et la moitié médiale du fléchisseur profond de l'avant-bras **Sensitive** : Région palmaire médiale limitée par l'axe médian du 4e doigt ; région dorsale médiale limitée par une ligne passant par le 3e doigt, à l'exception des deux dernières phalanges du 3e doigt et de la moitié latérale des deux dernières phalanges du 4e doigt
Subscapulaire supérieur Origine : faisceau postérieur Segments spinaux : C5, C6	**Motrice** : Subscapulaire
Thoracodorsal Origine : faisceau postérieur Segments spinaux : C6 à C8	**Motrice** : Grand dorsal
Subscapulaire inférieur Origine : faisceau postérieur Segments spinaux : C5, C6	**Motrice** : Subscapulaire, grand rond
Axillaire Origine : faisceau postérieur Segments spinaux : C5, C6	**Motrice** : Deltoïde, petit rond **Sensitive** : Peau sur la partie supérieure latérale du bras
Radial Origine : faisceau postérieur Segments spinaux : C5 à C8 (T1)	**Motrice** : Tous les muscles des compartiments postérieurs des bras et de l'avant-bras **Sensitive** : Peau à la face postérieure du bras et de l'avant-bras, et face latérale poignet et dorsolatérale de la main

Les parenthèses indiquent que le segment spinal est un composant mineur ou inconstant du nerf.

- les trois muscles thénariens destinés au pouce ;
- les deux muscles lombricaux liés aux mouvements de l'index et du majeur ;
- la partie latérale de la paume de la main, la face palmaire des trois premiers doigts et la moitié latérale de l'annulaire ;
- la face dorsale des phalanges proximales et moyennes des mêmes doigts.

Le nerf musculocutané, la racine latérale du nerf médian, le nerf médian, la racine médiale du nerf médian et le nerf ulnaire forment un M sur la troisième partie de l'artère axillaire (fig. 7.55). Cette formation, plus la pénétration du nerf musculocutané dans le muscle coracobrachial, peut être utilisée pour identifier les différents composants du plexus brachial.

Rameaux du faisceau postérieur

Cinq rameaux prennent naissance à partir du faisceau postérieur du plexus brachial :

- le nerf subscapulaire supérieur ;
- le nerf thoracodorsal ;
- le nerf subscapulaire inférieur ;
- le nerf axillaire ;
- le nerf radial (voir fig. 7.53).

Tous ces nerfs, excepté le nerf radial, innervent les muscles de la région de l'épaule ou de la paroi postérieure de la fosse axillaire. Le nerf radial passe dans le bras puis l'avant-bras.

Le nerf subscapulaire supérieur, le nerf thoracodorsal et le nerf subscapulaire inférieur naissent dans cet ordre du faisceau postérieur et passent directement dans les muscles de la paroi postérieure de la fosse axillaire (fig. 7.56). Le **nerf subscapulaire supérieur** est court et rejoint la partie supérieure du muscle subscapulaire. Le **nerf thoracodorsal** est le plus long de ces trois nerfs, et passe verticalement le long de la paroi postérieure de la fosse axillaire. Il pénètre et innerve le muscle grand dorsal. Le **nerf subscapulaire inférieur** descend aussi le long de la paroi postérieure de la fosse axillaire et innerve les muscles subscapulaire et grand rond.

Le **nerf axillaire** est issu du faisceau postérieur et descend en bas et latéralement le long de la paroi postérieure de la fosse axillaire et en sort à travers l'espace axillaire latéral (fig. 7.56). Il passe en arrière autour du col chirurgical de l'humérus et innerve le muscle deltoïde et le muscle petit rond. Un **nerf cutané latéral supérieur du bras**, né du nerf axillaire après son passage à travers l'espace axillaire latéral, contourne le bord postérieur du deltoïde pour innerver la peau de la région du moignon de l'épaule. Le nerf axillaire est accompagné par l'artère circonflexe humérale postérieure.

Le **nerf radial** est le plus gros rameau du faisceau postérieur (fig. 7.56). Il passe hors de la fosse axillaire dans le compartiment postérieur du bras par l'espace axillaire inférieur entre le bord inférieur du muscle grand rond, le chef long du triceps brachial et la diaphyse humérale. Il est accompagné à travers l'espace axillaire inférieur par l'artère brachiale profonde, issue de l'artère brachiale, et se dirige vers la face postérieure de l'humérus. Le nerf radial et ses rameaux innervent :

- tous les muscles du compartiment postérieur du bras et de l'avant-bras ;
- la peau de la région postérieure du bras et de l'avant-bras, la face latérale du bras et la face dorsolatérale de la main.

Le **nerf cutané postérieur du bras** est issu du nerf radial dans la fosse axillaire et innerve la peau de la face postérieure du bras.



Nerf axillaire
Nerf radial
Rameau cutané postérieur du bras
Nerf subscapulaire supérieur
Nerf subscapulaire inférieur
Nerf thoracodorsal

Figure 7.56 Rameaux du faisceau postérieur du plexus brachial.

En clinique

Lésions du plexus brachial

Le plexus brachial est une structure extrêmement complexe. Devant une paralysie partielle ou totale du plexus brachial, il faut pratiquer un interrogatoire et un examen clinique très méticuleux. L'examen des nerfs peut être fait par électromyogramme. Celui-ci permet de mesurer les vitesses de conduction nerveuse et de rechercher la présence d'une réponse musculaire quand le nerf est stimulé.

Les lésions du plexus brachial sont souvent le résultat d'un traumatisme très violent qui produit une avulsion des racines au niveau du cou ou un étirement des nerfs. Ces lésions sont souvent catastrophiques pour la fonction du membre supérieur, et requièrent de nombreux mois de rééducation pour récupérer une fonction souvent amoindrie.

Les lésions de la moelle spinale dans la région cervicale et les lésions d'étirement vont affecter directement les racines du plexus brachial. Les traumatismes sévères de la 1re côte provoquent des lésions des troncs. Les divisions et les faisceaux du plexus brachial peuvent être lésés par une luxation glénohumérale inférieure.

Lymphatiques

Tous les lymphatiques du membre supérieur se drainent dans les nœuds de la fosse axillaire (fig. 7.57).

De plus, les nœuds axillaires reçoivent le drainage d'une importante zone adjacente au tronc, comprenant les régions hautes de l'épaule, du dos, la partie basse du cou, le thorax et la partie antérolatérale du haut de la région abdominale. Les nœuds axillaires reçoivent aussi 75 % du drainage mammaire.

Les 20 à 30 nœuds lymphatiques axillaires sont divisés en cinq groupes suivant leur localisation :

- les **nœuds lymphatiques huméraux** (**latéraux**), situés en arrière de la veine axillaire, reçoivent les principaux vaisseaux drainant le membre supérieur ;
- les **nœuds pectoraux** (**antérieurs**) se trouvent le long du bord inférieur du muscle petit rond au contact des vaisseaux thoraciques latéraux, et drainent la paroi abdominale, le thorax et la glande mammaire ;

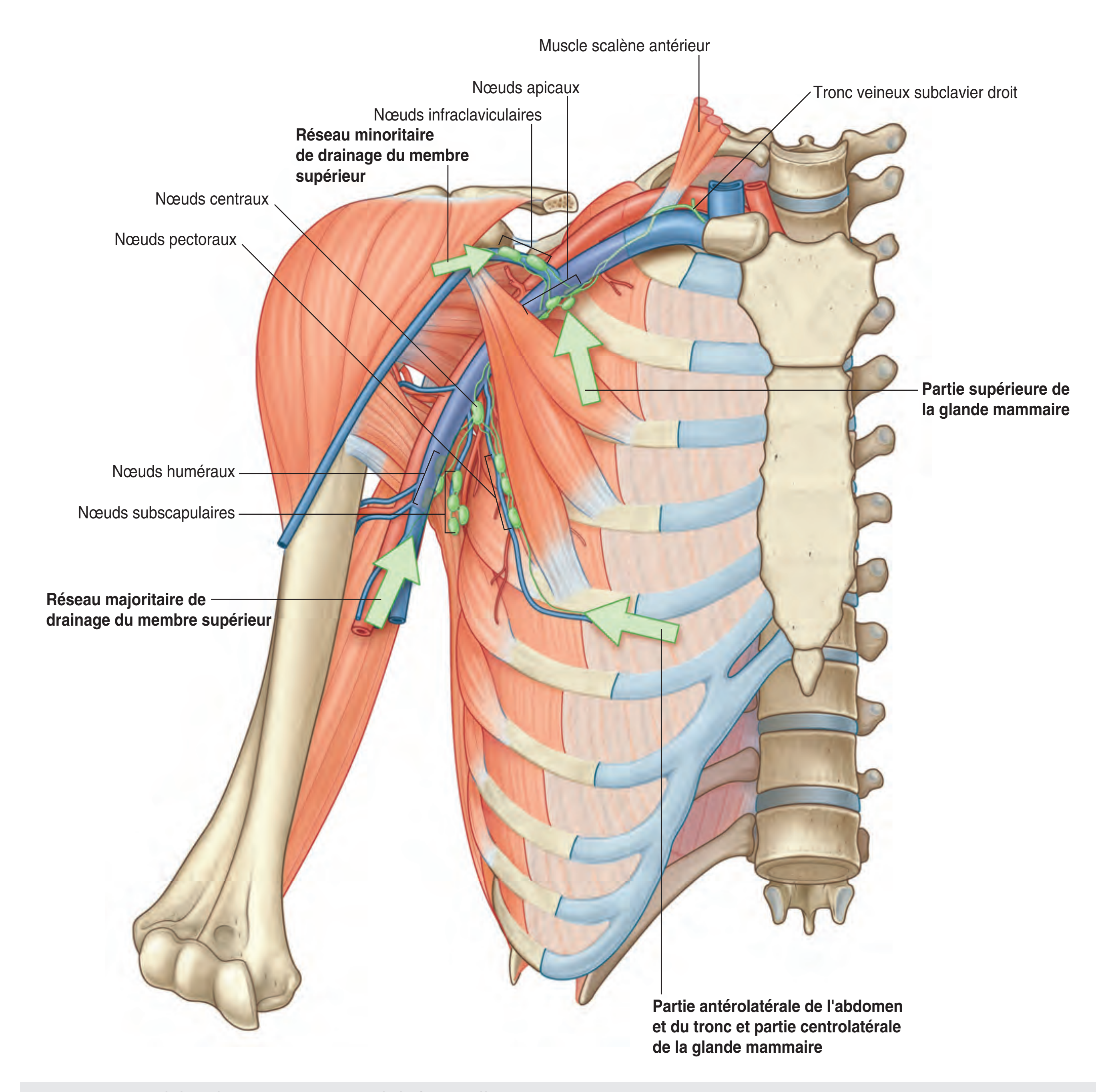


Figure 7.57 Nœuds lymphatiques et vaisseaux de la fosse axillaire.

- les **nœuds subscapulaires** (**postérieurs**) sur la paroi postérieure de la fosse axillaire associés aux vaisseaux subscapulaires drainent la paroi postérieure de la fosse axillaire et reçoivent les lymphatiques du dos, de l'épaule et du cou ;
- les **nœuds centraux** entourés par la graisse axillaire drainent les nœuds lymphatiques huméraux, subscapulaires et pectoraux ;
- les **nœuds apicaux** sont plus hauts que tous les autres ; ils drainent tous les autres nœuds de la région. Ils reçoivent aussi les lymphatiques accompagnant la veine céphalique et les lymphatiques drainant la région supérieure de la glande mammaire.

Les vaisseaux lymphatiques sortant du groupe apical convergent et forment un tronc subclavier qui, habituellement, rejoint le système veineux à la jonction entre la veine subclavière et la veine jugulaire interne à droite. À gauche, le tronc subclavier rejoint le canal thoracique au niveau de la base du cou.

En clinique

Cancer du sein

Le drainage lymphatique de la partie latérale du thorax se fait par les nœuds lymphatiques axillaires. Une perturbation du drainage lymphatique du membre supérieur peut survenir après une mastectomie ou un curage chirurgical axillaire dans le cadre du traitement d'un cancer du sein.

De plus, certaines patientes subissent une radiothérapie axillaire pour prévenir l'apparition de métastases ; ces irradiations peuvent provoquer une fibrose et une destruction des lymphatiques.

Si le drainage lymphatique du membre supérieur est détruit, il peut survenir un gonflement du bras et un œdème (lymphœdème).

Processus axillaire de la glande mammaire

Bien que la glande mammaire soit dans un fascia superficiel reposant sur la paroi thoracique, son quadrant supérolatéral s'étend le long du bord inférieur du muscle grand pectoral jusqu'au niveau de la fosse axillaire. Dans certains cas, ce prolongement peut contourner le bord inférieur du muscle, pénétrer le fascia profond et entrer dans la fosse axillaire (fig. 7.58). Ce processus axillaire atteint rarement l'apex de la fosse axillaire.

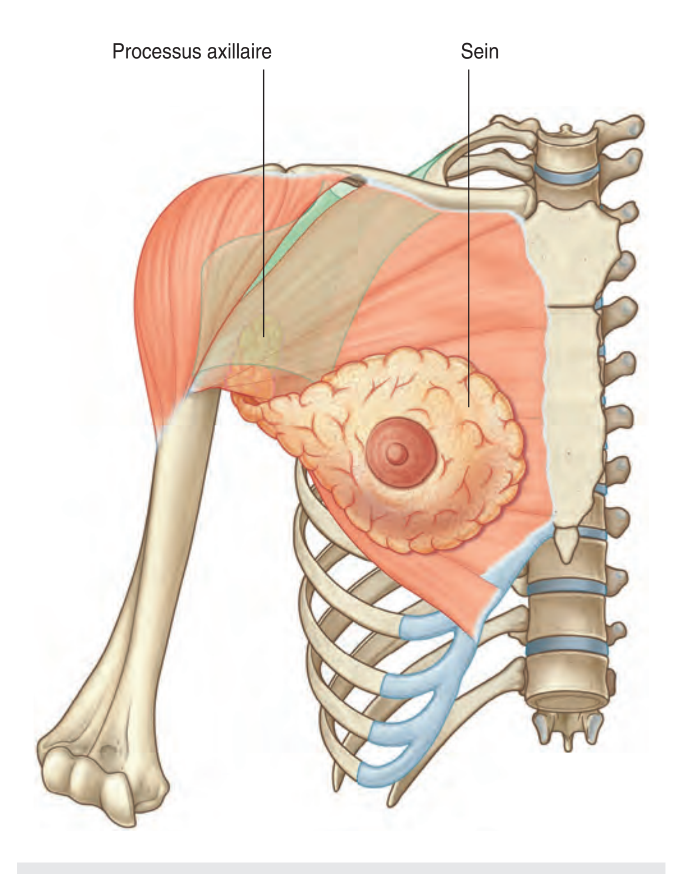


Figure 7.58 Processus axillaire du sein.

BRAS

Le bras est la région du membre supérieur entre l'épaule et le coude (fig. 7.59). Sa partie supérieure communique médialement avec la fosse axillaire. Distalement, un nombre important de structures tendineuses et neurovasculaires passent du bras à l'avant-bras en traversant le pli du coude, situé à la face antérieure du coude.

Le bras est divisé en deux compartiments par les septums médial et latéral, qui s'étendent de part et d'autre de l'humérus jusqu'au fascia profond entourant le membre (fig. 7.59).

Le compartiment antérieur du bras contient les muscles qui permettent de fléchir l'articulation du coude ; le compartiment postérieur contient les muscles qui permettent l'extension du coude. Les principaux nerfs et vaisseaux qui innervent et vascularisent le membre cheminent dans chacun des deux compartiments.

Figure 7.59 Bras. **A.** Rapports proximaux et distaux. **B.** Coupe transversale à la moitié du bras.



Squelette

Le support squelettique du bras est l'humérus (fig. 7.60). La plupart des muscles importants du bras s'insèrent sur la partie proximale des deux os de l'avant-bras, le radius et l'ulna ; ils fléchissent et étendent l'avant-bras au niveau de l'articulation du coude. Des muscles situés dans l'avant-bras et permettant les mobilités actives de la main et du poignet s'insèrent sur l'humérus distal.

Diaphyse et partie distale de l'humérus

En section transversale, la diaphyse de l'humérus a une forme triangulaire, avec :

- des **bords antérieur**, **latéral** et **médial** ;
- des faces **antérolatérale**, **antéromédiale** et **postérieure** (fig. 7.60).

La face postérieure de l'humérus est marquée à sa partie supérieure par une ligne qui correspond à l'insertion du chef latéral du triceps brachial. Elle commence juste en dessous du col chirurgical et descend obliquement de dedans en dehors jusqu'au niveau de la **tubérosité deltoïdienne** de l'humérus.

La partie moyenne de la face postérieure et la partie antérolatérale adjacente sont marquées par un **sillon** peu profond, qui descend obliquement et parallèlement au bord postérieur de la tubérosité deltoïdienne. Le nerf radial et l'artère brachiale profonde cheminent dans cette gouttière (**sillon du nerf radial**).

À la moitié de la diaphyse, le bord médial est marqué par une zone rugueuse allongée pour l'insertion du muscle coracobrachial.

Les septums intermusculaires séparent les compartiments antérieur et postérieur en s'attachant aux bords médial et latéral de l'humérus (fig. 7.61).

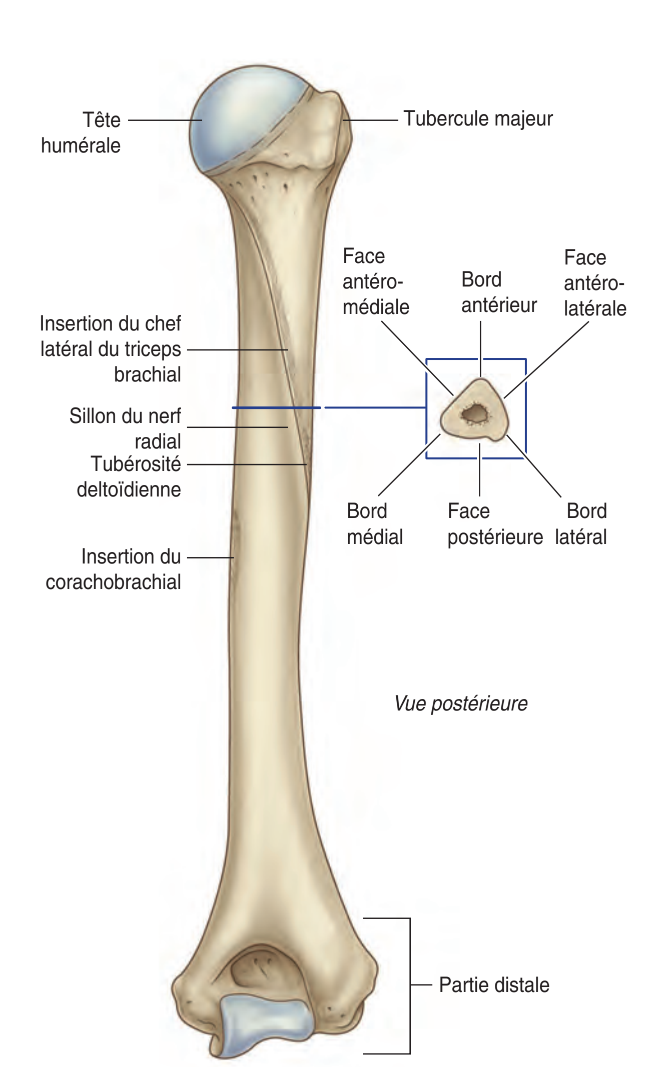


Figure 7.60 Humérus droit. Vue postérieure.

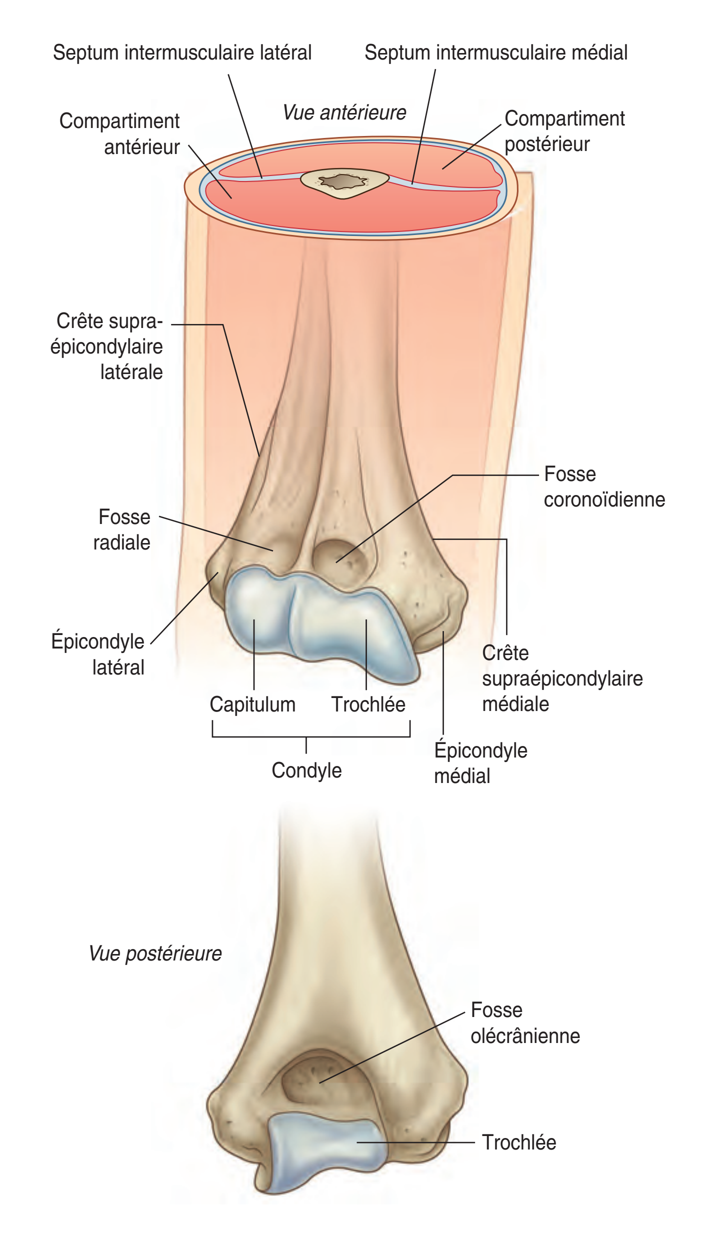


Figure 7.61 Partie distale de l'humérus.

Distalement, l'os devient plus plat et ses bords s'étendent pour former les **crêtes supraépicondylaires latérale** et **médiale**. La crête supraépicondylaire latérale est plus large que la crête supraépicondylaire médiale et présente des rugosités pour l'insertion des muscles se trouvant dans le compartiment postérieur de l'avant-bras.

La partie distale de l'humérus, qui est plate dans un plan antéropostérieur, contient un condyle, deux épicondyles et trois fosses (fig. 7.61).

Condyle

Les deux parties articulaires du condyle, le **capitulum** et la **trochlée**, s'articulent avec les deux os de l'avant-bras.

Le **capitulum** s'articule avec le radius de l'avant-bras. En situation latérale, il est formé d'une coiffe hémisphérique, qui se projette en avant et n'est pas visible quand l'humérus est vu par sa face postérieure.

La **trochlée** s'articule avec l'ulna de l'avant-bras. Elle a une forme de poulie et siège en dedans du capitulum. Son bord médial est plus prononcé que son bord latéral. À l'inverse du capitulum, la trochlée se prolonge en arrière de l'humérus.

Les deux épicondyles

Les deux épicondyles se trouvent au-dessus de la trochlée et du capitulum (fig. 7.61).

L'**épicondyle médial** est une grande protubérance osseuse. C'est la plus importante zone palpable sur le bord médial du coude à la partie distale de l'humérus. Sur sa face antérieure, on note une grande zone ovale où s'insèrent les muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras. Le nerf ulnaire passe du bras à l'avant-bras en passant derrière l'épicondyle médial et peut être palpé contre l'os à ce niveau.

L'**épicondyle latéral** est moins prononcé que l'épicondyle médial. Il est situé latéralement par rapport au capitulum et possède une face d'insertion de taille irrégulière où s'insèrent les muscles du compartiment postérieur du bras.

Les trois fosses

Trois fosses se trouvent au-dessus de la trochlée et du capitulum sur la région distale de l'humérus (fig. 7.61).

La **fosse radiale** est la moins importante des trois fosses. Elle se trouve immédiatement au-dessus du capitulum sur la face antérieure de l'humérus distal.

La **fosse coronoïdienne** est adjacente à la fosse radiale et est située au-dessus de la trochlée.

La plus large fosse est la **fosse olécrânienne**, immédiatement au-dessus de la trochlée sur la face postérieure de l'extrémité distale de l'humérus.

Ces trois fosses permettent l'emboîtement des os lors des mouvements de l'avant-bras au niveau du coude.

Partie proximale du radius

La partie proximale du radius comprend la tête radiale, le col du radius et la tubérosité radiale (fig. 7.62A,B).

La **tête du radius** est un cylindre dont la structure est orientée dans un plan horizontal. La face circulaire supérieure est concave pour s'articuler avec le capitulum de l'humérus. Le bord du cylindre est plus large médialement où il s'articule avec l'incisure radiale de l'extrémité proximale de l'ulna.

Le **col du radius** est court et a une forme cylindrique. Il s'étend de la tête du radius à la tubérosité radiale sur la diaphyse.

La **tubérosité radiale** est une grande face située médialement sous le col. La majorité de la face est rugueuse et sert d'insertion au tendon du muscle biceps brachial. La ligne oblique du radius continue à travers la face antérieure de la diaphyse de l'os à partir du bord inférieur de la tubérosité.

Partie proximale de l'ulna

La partie proximale de l'ulna est beaucoup plus grande que la partie proximale du radius et comporte l'olécrâne, le processus coronoïde, l'incisure trochléaire, l'incisure radiale et la tubérosité de l'ulna (fig. 7.63A,B).

L'**olécrâne** est une grosse saillie osseuse qui s'étend à la partie proximale de l'ulna. Sa face antérieure articulaire contribue à la formation de l'incisure trochléaire de l'humérus. La face supérieure est marquée par une grande zone rugueuse où s'attache le muscle triceps brachial. La face postérieure est lisse, avec une forme triangulaire, et constitue la pointe du coude qui peut être aisément palpée.

Le **processus coronoïde** se trouve sur la partie antérieure de l'extrémité proximale de l'ulna (fig. 7.63). Sa face supérolatérale est articulaire et participe, avec l'olécrâne, à la formation de l'**incisure trochléaire**. La face latérale est marquée par l'**incisure radiale** pour la tête du radius.

Juste en dessous de l'incisure radiale, on trouve une fossette qui permet à la tubérosité radiale de se déplacer durant la pronation et la supination. Le bord postérieur de cette fossette est saillante et forme la **crête du supinateur**. La face antérieure du processus coronoïde est triangulaire, avec un apex dirigé distalement ; elle possède un certain nombre de faces rugueuses pour l'insertion des muscles. La plus grosse de ces faces, la **tubérosité ulnaire**, est située au sommet de la face antérieure et correspond au site d'insertion du muscle brachial.



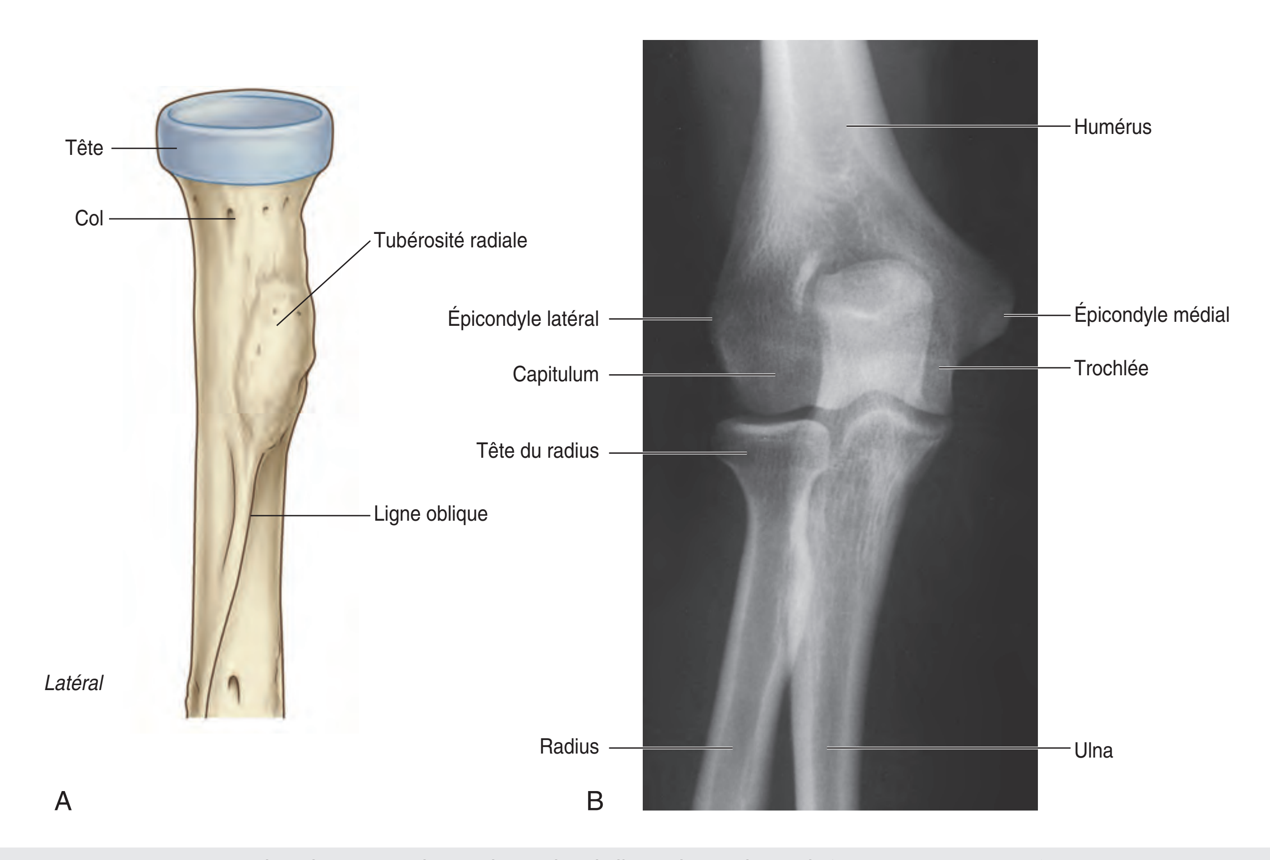


Figure 7.62 **A.** Vue antérieure du radius proximal. **B.** Radiographie de l'articulation du coude (vue antéropostérieure).

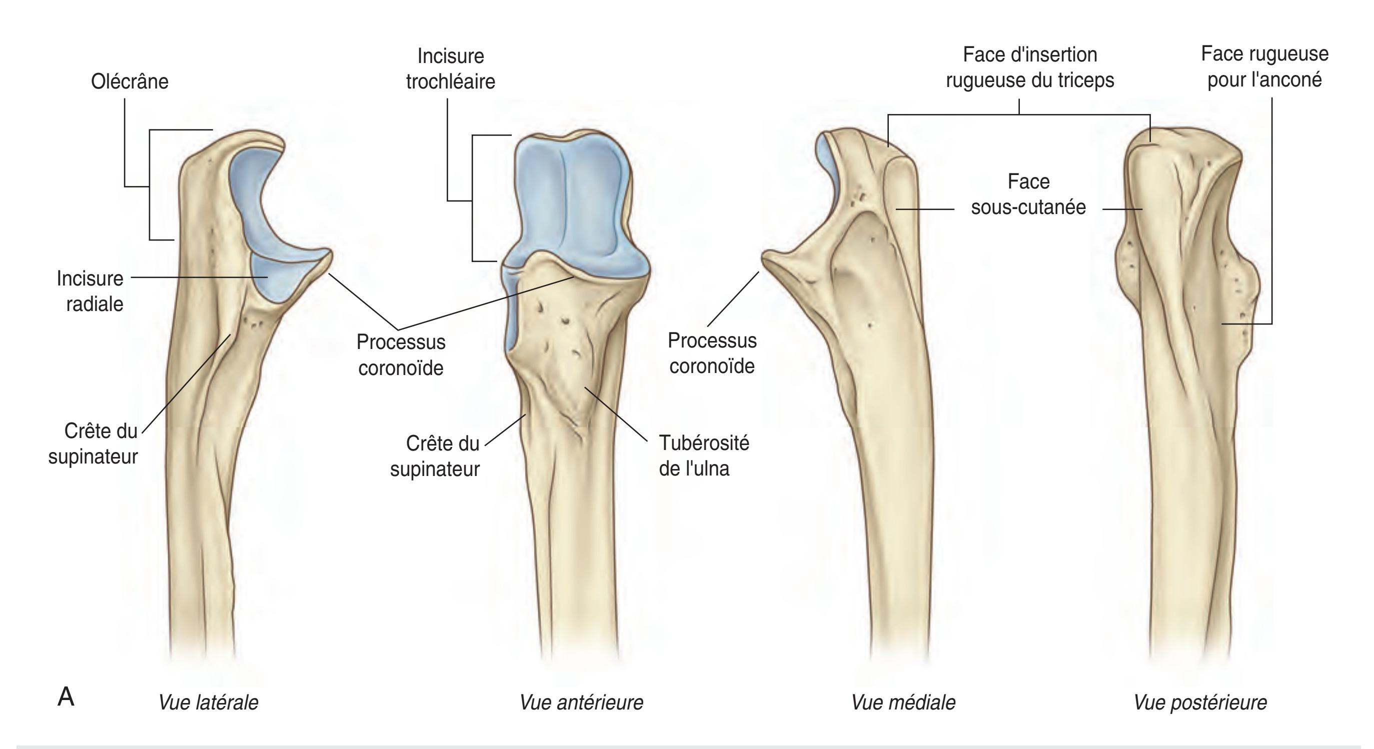


Figure 7.63 **A.** Vues latérale, antérieure, médiale et postérieure de l'extrémité proximale de l'ulna.



Figure 7.63 B. Radiographie de l'articulation du coude (vue de profil).

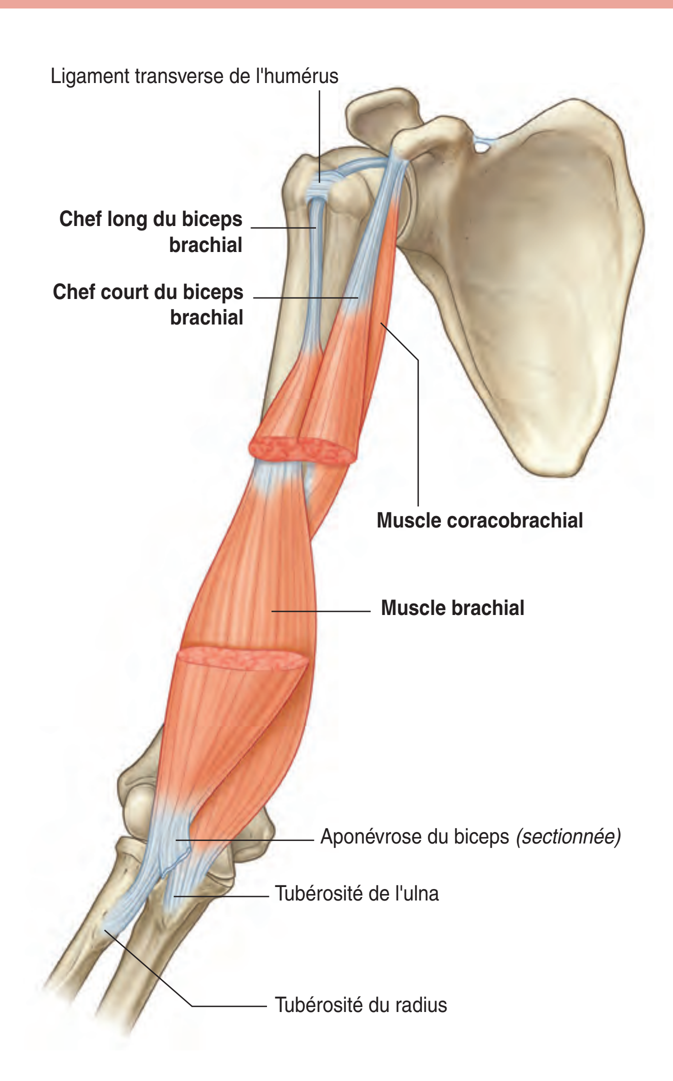


Figure 7.64 Muscles coracobrachial, biceps brachial et brachial.

Muscles

Le compartiment antérieur du bras contient trois muscles – le coracobrachial, le brachial et le biceps brachial – qui sont innervés par le nerf musculocutané.

Le compartiment postérieur contient un muscle – le muscle triceps brachial – qui est innervé par le nerf radial.

Coracobrachial

Le **muscle coracobrachial** s'étend de la pointe du processus coracoïde de la scapula au bord médial de l'humérus à mi-diaphyse (fig. 7.64 et tableau 7.8). Il passe à travers la fosse axillaire. Il est traversé et innervé par le nerf musculocutané.

Le muscle coracobrachial fléchit le bras.

Biceps brachial

Le **muscle biceps brachial** possède deux chefs :

- le chef court qui s'insère sur le processus coracoïde en association avec le muscle coracobrachial ;
- le chef long qui s'insère par un tendon sur le tubercule supraglénoïdal de la scapula (fig. 7.64 et tableau 7.8).

Le tendon du chef long passe à travers l'articulation glénohumérale au-dessus de la tête de l'humérus, puis passe dans le sillon intertuberculaire et entre dans le bras. Dans le bras, le tendon rejoint son corps musculaire et, avec le corps musculaire du chef court, recouvre le muscle brachial.

Le chef long et le chef court convergent pour former un tendon, qui s'insère sur la tubérosité du radius.

Au moment de l'entrée du tendon dans l'avant-bras, une lame de tissu conjonctif plate (l'**expansion aponévrotique bicipitale**) prolonge le côté médial du tendon et va se fixer sur le fascia profond recouvrant le compartiment antérieur de l'avant-bras.

Le muscle biceps brachial est un puissant fléchisseur de l'avant-bras au niveau du coude ; il est aussi supinateur de l'avant-bras quand le coude est fléchi. Il est également fléchisseur du bras au niveau de l'articulation glénohumérale par son chef long qui ponte l'articulation glénohumérale.



Tableau 7.8 Muscles du compartiment antérieur du bras.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Coracobrachial	Apex du processus coracoïde	Ligne rugueuse à mi-diaphyse sur le bord médial de l'humérus	Nerf musculocutané (**C5**, **C6**, **C7**)	Fléchisseur du bras au niveau de l'articulation glénohumérale
Biceps brachial	Chef long : tubercule supraglénoïdal de la scapula ; chef court : apex du processus coracoïde	Tubérosité radiale	Nerf musculocutané (**C5**, **C6**)	Puissant fléchisseur de l'avant-bras au niveau du coude et supinateur de l'avant-bras ; accessoirement, fléchisseur du bras au niveau de l'articulation glénohumérale
Brachial	Face antérieure de la diaphyse humérale (médiale et latérale) et septums intermusculaires adjacents	Tubérosité de l'ulna	Nerf musculocutané (C5, **C6**) ; petite contribution du nerf radial (C7) sur la partie latérale du muscle	Puissant fléchisseur de l'avant-bras au coude

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Le muscle biceps brachial est innervé par le nerf musculocutané. Une légère percussion sur le tendon du biceps brachial au niveau du coude permet de tester le réflexe musculotendineux prédominant sur la racine spinale C6.

En clinique

Rupture du biceps brachial

La rupture d'un tendon ou d'un muscle au membre supérieur est relativement rare. Le tendon qui se rompt le plus souvent est le tendon du chef long du biceps brachial. Cette rupture n'a pas de conséquence majeure sur la fonction du membre supérieur, mais provoque une déformation caractéristique. Lors de la flexion du coude, on note une boule proéminente au niveau du bras correspondant à une rétraction du corps musculaire, le « signe de Popeye ».

Une rupture du tendon distal du biceps peut aussi survenir. Il est important de préciser le site de la rupture, qui peut siéger à la jonction myotendineuse, au milieu du tendon, ou sur son insertion terminale, car cela déterminera la voie d'abord chirurgicale pour la réparation.

Muscle brachial

Le **muscle brachial** s'insère sur la moitié distale du bord antérieur de la diaphyse humérale et sur les septums intermusculaires adjacents, particulièrement sur le septum médial (fig. 7.64 et tableau 7.8). Il est situé sous le biceps brachial, et est aplati dorsoventralement. Ses fibres musculaires convergent pour former un tendon qui se fixe sur la tubérosité de l'ulna.

Le muscle brachial fléchit le bras au niveau du coude.

L'innervation du muscle brachial est assurée de manière prédominante par le nerf musculocutané. Une petite partie latérale est innervée par le nerf radial.

Compartiment postérieur

Le seul muscle du compartiment postérieur est le **muscle triceps brachial** (fig. 7.65 et tableau 7.9).

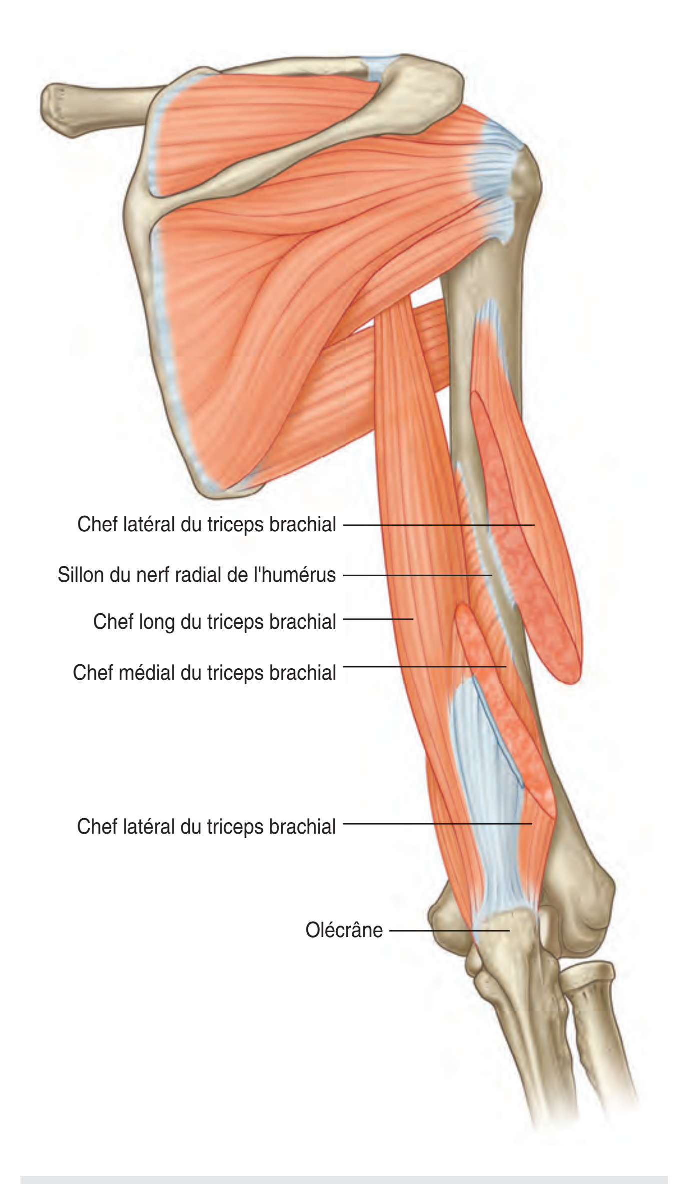


Figure 7.65 Muscle triceps.

Tableau 7.9 Muscle du compartiment postérieur du bras.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Triceps brachial	Chef long : tubercule infraglénoïdal ; chef médial : face postérieure de l'humérus ; chef latéral : face postérieure de l'humérus	Olécrâne	Nerf radial (C6, **C7**, C8)	Extension de l'avant-bras au niveau du coude. Extension et adduction du bras au niveau de l'articulation de l'épaule par le chef long

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Le triceps est formé de trois chefs :

- le chef long s'insère sur le tubercule infraglénoïdal de la scapula ;
- le chef médial s'insère sur une grande surface localisée à la face postérieure de la diaphyse de l'humérus inférieur au-dessous du sillon du nerf radial ;
- le chef latéral s'insère sur une ligne rugueuse localisée au-dessus du sillon du nerf radial de l'humérus.

Les trois chefs convergent pour former un grand tendon, qui s'insère sur la face supérieure de l'olécrâne de l'ulna.

Le triceps brachial est un extenseur de l'avant-bras au niveau du coude.

L'innervation est assurée par les rameaux du nerf radial. Une légère percussion sur le tendon permet d'explorer le réflexe myotendineux qui correspond à la racine C7.

Artères et veines

Artère brachiale

La principale artère du bras est l'**artère brachiale**, qui se trouve dans le compartiment antérieur (fig. 7.66A). Elle prolonge l'artère axillaire au niveau du bord inférieur du muscle grand rond et se termine juste sous l'articulation du coude où elle se divise en artères radiale et ulnaire.

Dans la partie proximale du bras, l'artère brachiale est en position médiale, puis elle se latéralise pour prendre une position à mi-distance entre les épicondyles médial et latéral de l'humérus. Elle passe devant l'articulation du coude où elle est en contact direct avec le tendon du muscle biceps brachial. L'artère brachiale est palpable tout au long de son trajet. Dans la région proximale, l'artère brachiale peut être comprimée contre le bord médial de l'humérus.

Les branches de l'artère brachiale dans le bras comprennent les artères destinées aux muscles de la région et les deux vaisseaux collatéraux ulnaires qui contribuent à la formation du réseau artériel périarticulaire du coude (fig. 7.66B). Les autres branches sont l'artère brachiale profonde et les artères nourricières de l'humérus, qui passent à travers un foramen à la face antéromédiale de la diaphyse humérale.

Artère brachiale profonde

L'**artère brachiale profonde** est la plus grosse branche de l'artère brachiale. Elle passe dans le compartiment postérieur du bras qu'elle vascularise (fig. 7.66A,B). Elle entre dans le compartiment postérieur avec le nerf radial par l'espace axillaire inférieur, formé par la diaphyse de l'humérus, le bord inférieur du grand rond et le bord latéral du chef long du triceps brachial. L'artère humérale profonde et le nerf radial cheminent dans le sillon du nerf radial à la face postérieure de l'humérus sous le chef latéral du triceps.

Les branches de l'artère brachiale profonde vascularisent les muscles voisins et s'anastomosent avec l'artère circonflexe humérale postérieure. L'artère se termine par deux branches qui contribuent à la constitution du réseau anastomotique périartériel du coude (fig. 7.66B).

En clinique

Mesure de la pression artérielle

La pression artérielle est un paramètre physiologique extrêmement important. Une pression haute (hypertension artérielle) requiert un traitement pour prévenir les complications à long terme, tel qu'un accident vasculaire cérébral. Une chute tensionnelle peut résulter d'une perte sanguine importante, un choc septique, ou une baisse conséquente du débit cardiaque (après un infarctus du myocarde). La mesure précise de la pression artérielle est donc essentielle en clinique.

La plupart des praticiens utilisent un manomètre à air gonflable et un stéthoscope. Le manomètre à air est un brassard qui se gonfle autour du bras à mi-diaphyse et qui comprime l'artère brachiale contre l'humérus. Le brassard est gonflé jusqu'à ce qu'il excède la pression artérielle systolique (soit au-dessus de 120 mmHg). Le clinicien place alors le stéthoscope sur l'artère brachiale au pli du coude et écoute (ausculte) les pulsations. Quand la pression dans le brassard manométrique baisse juste sous le niveau de la pression artérielle systolique, le pouls devient audible et régulier. Lorsque la pression dans le brassard continue à descendre, les battements deviennent de plus en plus nets. Enfin, quand la pression dans le brassard manométrique devient plus basse que la pression diastolique, le bruit des battements artériels devient inaudible. En utilisant un simple manomètre à pression et un stéthoscope, la pression peut donc être facilement déterminée. La valeur normale de cette pression est 120/80 mmHg (pression artérielle systolique/pression artérielle diastolique).

Artère subclavière
Artère axillaire
Muscle coracobrachial
Muscle grand rond
Projection de l'**artère brachiale profonde** (dans le sillon du nerf radial)
Artère brachiale
Artère radiale
Aponévrose bicipitale
Artère ulnaire
A

Figure 7.66 Artère brachiale. **A.** Dans son environnement.

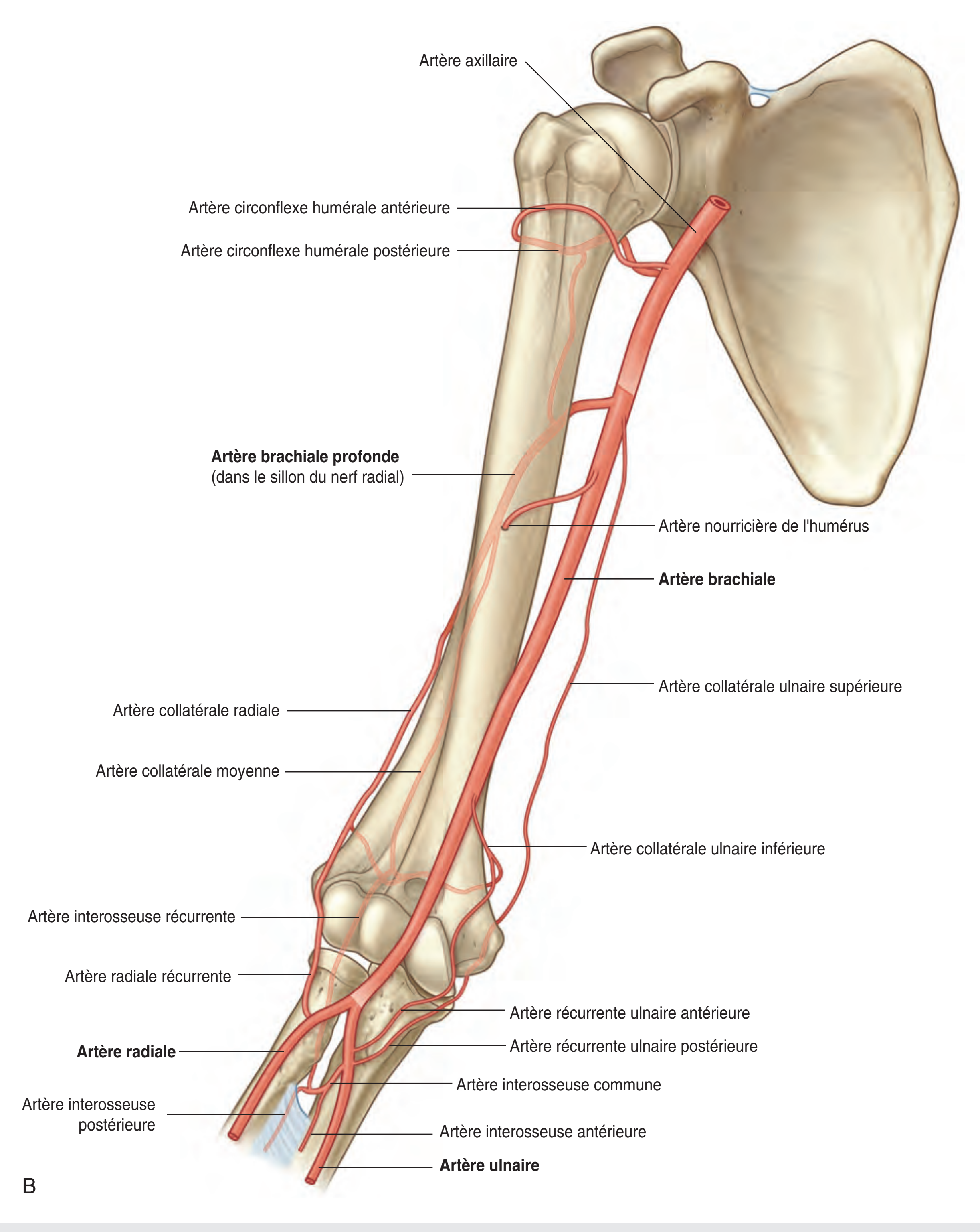


Figure 7.66 Suite **B.** Branches.



Veines

Les **veines brachiales appariées** sont situées de part et d'autre de l'artère brachiale ; elles reçoivent les veines satellites du réseau artériel (fig. 7.67).

En plus de ces veines profondes, deux grosses veines sous-cutanées, la veine basilique et la veine céphalique, sont présentes au niveau du bras.

La veine basilique passe verticalement dans la moitié distale du bras, pénètre sous le fascia pour se placer médialement par rapport à l'artère brachiale, puis devient la veine axillaire au niveau du bord inférieur du grand rond. Les veines brachiales rejoignent soit la veine basilique, soit la veine axillaire.

La veine céphalique chemine à la face antérolatérale du bras et traverse la paroi antérieure de la fosse axillaire pour rejoindre la veine axillaire.

Figure 7.67 Veines du bras.

Nerfs

Nerf musculocutané

Le nerf musculocutané quitte la fosse axillaire en traversant le muscle coracobrachial dans sa partie proximale (fig. 7.68). Il se dirige obliquement au bras entre muscle biceps brachial et muscle brachial. Après avoir donné des rameaux moteurs au bras, il émerge au bord latéral du tendon du biceps au coude, puis pénètre le fascia profond, et devient le **nerf cutané latéral de l'avant-bras**.

Le nerf musculocutané donne :

- l'innervation motrice de tous les muscles du compartiment antérieur du bras ;
- l'innervation sensitive de la peau de la face latérale de l'avant-bras.

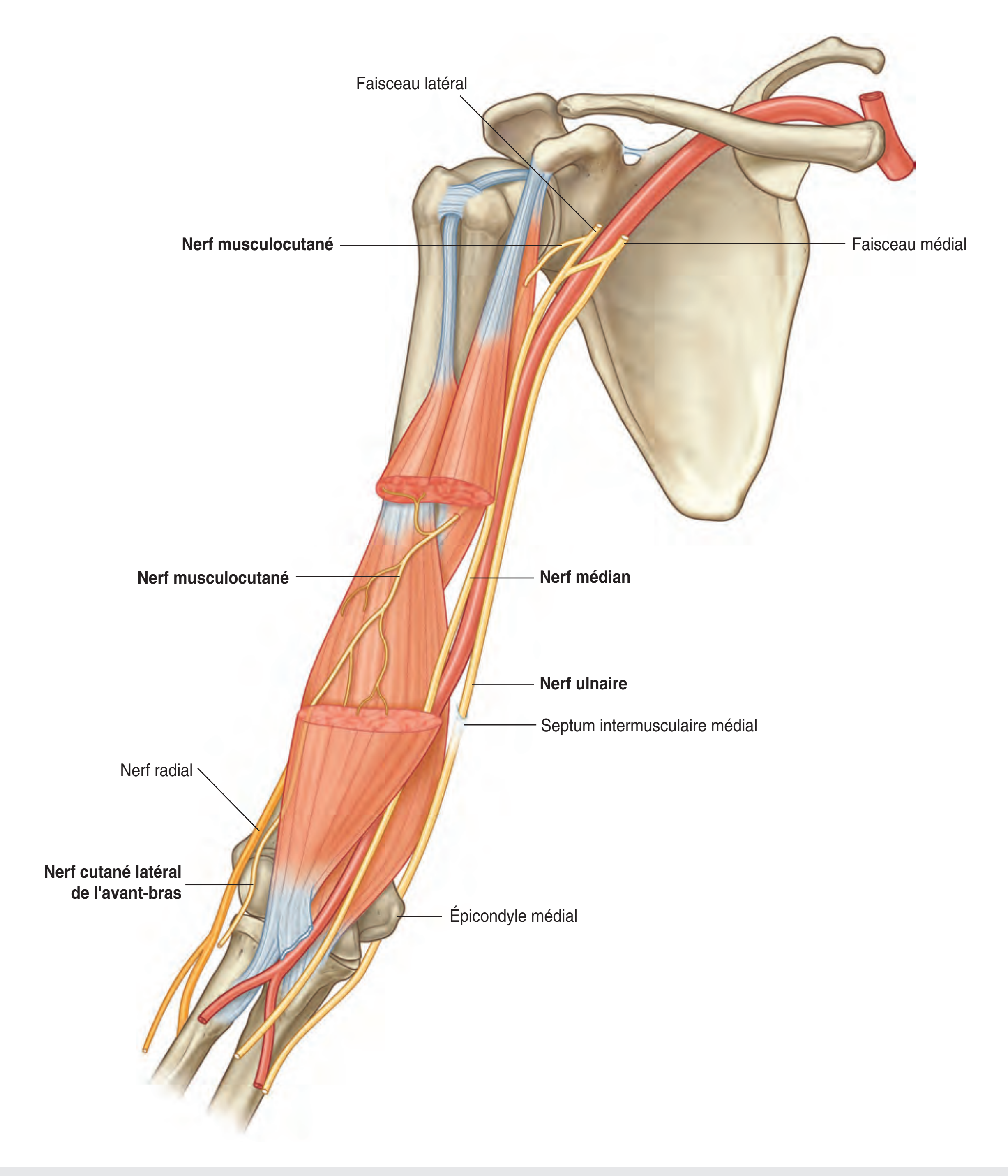


Figure 7.68 Nerfs musculocutané, médian et ulnaire dans le bras.

Nerf médian

Le nerf médian entre dans le bras venant de la fosse axillaire au niveau du bord inférieur du muscle grand rond (fig. 7.68). Il descend verticalement sur le bord médial du bras dans le compartiment antérieur et suit l'artère brachiale tout au long de sa course :

- dans les régions proximales, le nerf médian est situé latéralement à l'artère brachiale ;
- plus distalement, le nerf médian, après avoir croisé la face antérieure de l'artère brachiale, lui devient médial. Le nerf rejoint ensuite la partie antérieure du coude.

Le nerf médian n'a pas de rameau majeur dans le bras, mais donne un rameau pour un muscle de l'avant-bras, le muscle rond pronateur, qui se détache du nerf médian juste avant le coude.

Nerf ulnaire

Le nerf ulnaire entre dans le bras avec le nerf médian et l'artère axillaire (fig. 7.68). Il passe à travers la région proximale en se situant médialement à l'artère axillaire. À la moitié du bras, le nerf ulnaire traverse le septum intermusculaire médial et entre dans le compartiment postérieur où il chemine devant le chef médial du triceps brachial. Il passe ensuite en arrière de l'épicondyle médial de l'humérus et pénètre dans le compartiment antérieur de l'avant-bras.

Le nerf ulnaire n'a pas de rameau majeur au bras.

Nerf radial

Le nerf radial est issu du faisceau postérieur du plexus brachial, et entre dans le bras en croisant le bord inférieur du muscle grand rond (fig. 7.69). Lorsqu'il entre dans le bras, il se place en arrière de l'artère axillaire. Il entre dans le bras par l'espace axillaire inférieur accompagné par l'artère brachiale profonde.

Le nerf radial descend obliquement, de dedans en dehors, dans le compartiment postérieur ; il suit le sillon radial directement au contact de l'os. Sur le bord latéral du bras, il traverse le septum intermusculaire latéral et entre dans le compartiment antérieur où il se situe entre le muscle brachial et un muscle du compartiment postérieur de l'avant-bras, le muscle brachioradial, qui s'insère sur le bord latéral de l'humérus au-dessus de l'épicondyle. Le nerf radial entre dans l'avant-bras en passant devant l'épicondyle latéral de l'humérus, sous le muscle brachioradial.

Dans le bras, le nerf radial donne des rameaux moteurs et cutanés (fig. 7.69).

- Les rameaux musculaires sont destinés au triceps brachial, au brachioradial et au muscle long extenseur radial du carpe. De plus, le nerf radial contribue à l'innervation de la partie latérale du muscle brachial. Un des rameaux du nerf radial est destiné au chef médial du triceps brachial. Il vient du nerf radial avant qu'il ne pénètre dans le compartiment postérieur et descend au bras avec le nerf ulnaire.
- Les rameaux cutanés (sensitifs) qui naissent dans le compartiment postérieur du bras sont le **nerf cutané latéral inférieur du bras** et le **nerf cutané postérieur de l'avant-bras**, qui traversent tous les deux le chef latéral du triceps et passent dans le fascia profond pour devenir sous-cutanés.

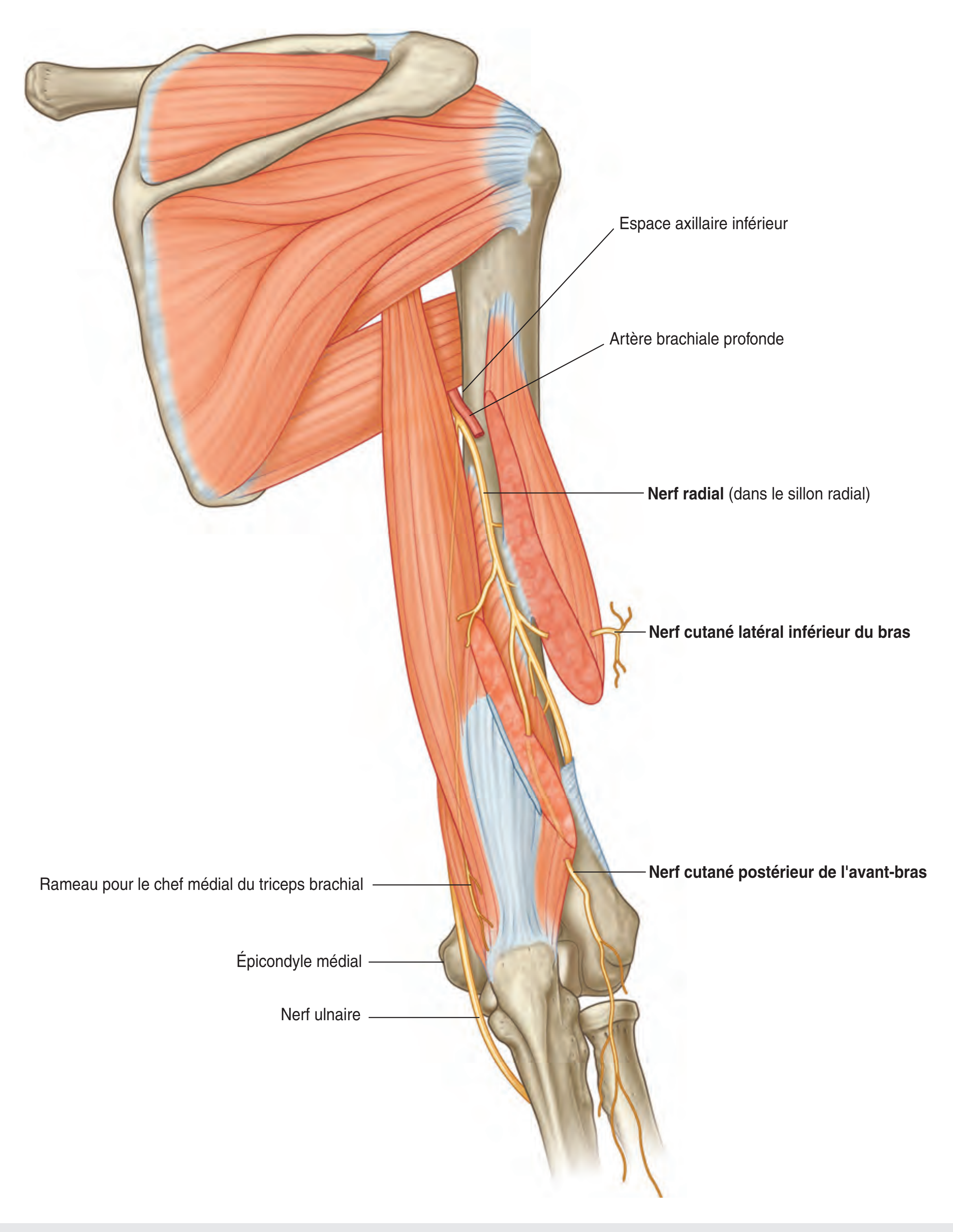


Figure 7.69 Nerf radial au bras.



En clinique

Lésion du nerf radial dans le bras

Le nerf radial est profondément enfoui avec l'artère brachiale profonde entre le chef médial et le chef latéral du muscle triceps brachial dans le sillon du nerf radial. Lors d'une fracture de la diaphyse humérale, le nerf radial peut être étiré ou sectionné, entraînant une perte de fonction plus ou moins réversible. Cette lésion est fréquente (fig. 7.70). Donc une atteinte du nerf doit toujours être recherchée en cas de fracture de la diaphyse humérale. Les patients se présentent souvent avec une chute du poignet (liée à la perte d'innervation des muscles extenseurs) et une perte de la sensibilité du dos de la main.



Figure 7.70 Radiographie de l'humérus montrant une fracture à mi-diaphyse, qui peut léser le nerf radial.

En clinique

Lésion du nerf médian au niveau du bras

Il est rare de rencontrer des lésions du nerf médian au bras et à l'avant-bras, où le nerf est profondément situé. Le problème neurologique le plus fréquemment rencontré est la compression du nerf médian au niveau du retinaculum des fléchisseurs au poignet (syndrome du canal carpien).

Dans de très rares cas, une bande fibreuse est située sur la face antérieure de l'humérus à l'endroit où passe le nerf médian. Ce reliquat embryologique du muscle coracobrachial est appelé ligament de Struthers, qui peut parfois se calcifier. Cette bande peut comprimer le nerf médian et provoquer une faiblesse des muscles fléchisseurs à l'avant-bras et au niveau de l'éminence thénar. L'étude de la conduction nerveuse par électromyogramme permet de faire le diagnostic de cette lésion.

ARTICULATION DU COUDE

L'articulation du coude est une structure complexe qui contient trois articulations distinctes, avec une membrane synoviale commune (fig. 7.71).

- L'articulation entre l'incisure trochléaire de l'ulna et la trochlée de l'humérus, et l'articulation entre la tête du radius et le capitulum de l'humérus impliquées dans les mouvements de flexion-extension de l'avant-bras sur le bras au niveau du coude sont les principales articulations du coude.
- L'articulation entre la tête du radius et l'incisure radiale de l'ulna, articulation radio-ulnaire proximale, permet la pronation et la supination de l'avant-bras.

Les faces articulaires de ces os sont couvertes de cartilage hyalin.

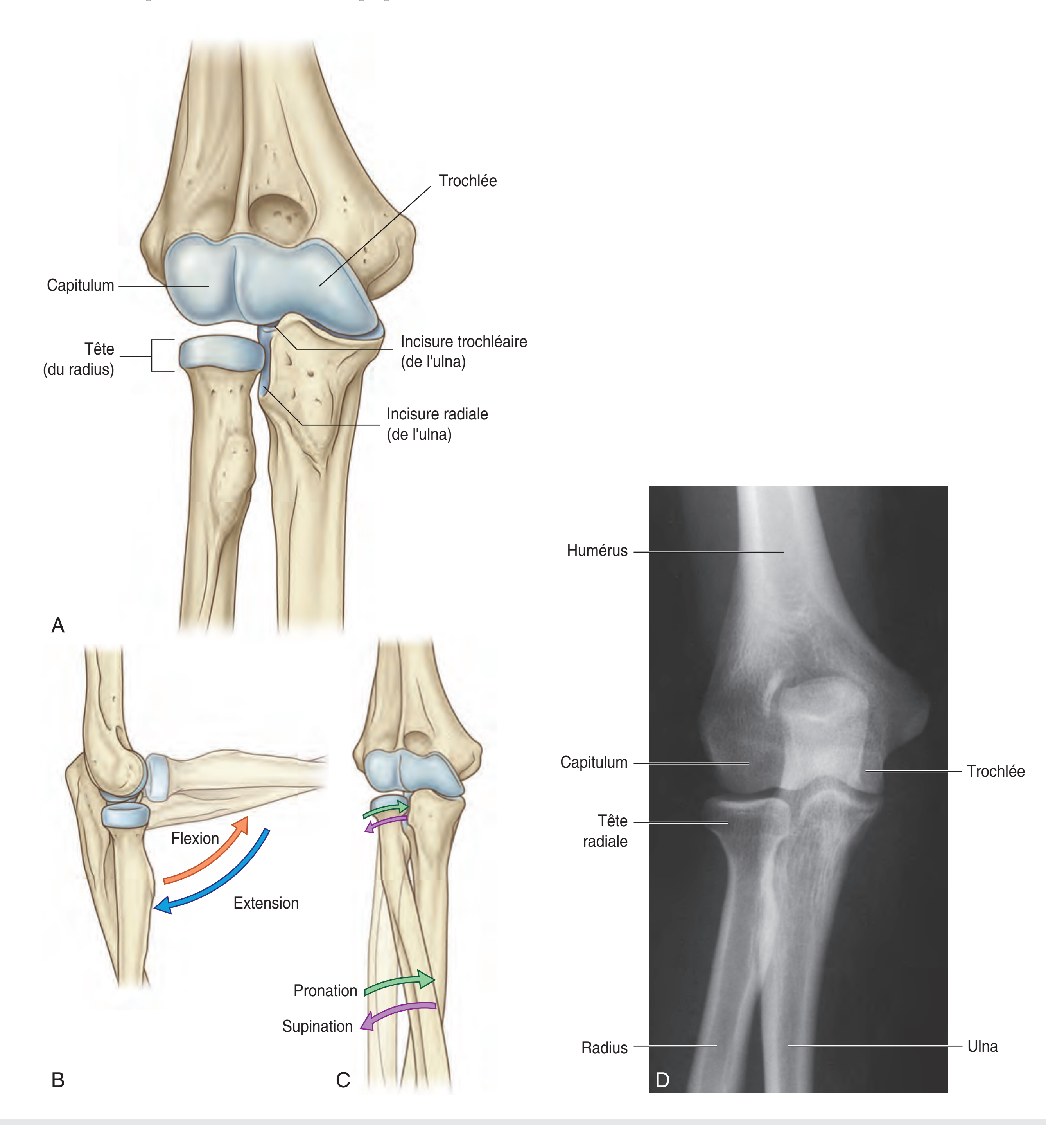


Figure 7.71 Composants et mouvements de l'articulation du coude. **A.** Os et faces articulaires. **B.** Flexion-extension. **C.** Pronation et supination. **D.** Radiographie du coude (vue antéropostérieure).

La membrane synoviale s'insère sur les bords des cartilages et recouvre la fosse radiale, la fossette coronoïde, la fossette olécrânienne, la face profonde de la capsule articulaire et la face médiale de la trochlée (fig. 7.72).

La membrane synoviale est séparée de la membrane fibreuse de la capsule articulaire par des coussinets graisseux qui se trouvent dans les fossettes coronoïde, olécrânienne et radiale. Ces coussinets de graisse permettent d'amortir les contacts entre les processus osseux durant la flexion et l'extension du coude. Le muscle brachial et le muscle triceps brachial s'insèrent sur la capsule; ils passent au-dessus de ces formations graisseuses et les déportent un peu des fosses quand les processus osseux entrent dans les fosses.

La capsule articulaire recouvre la membrane synoviale. Fermant l'articulation, elle s'étend de l'épicondyle médial aux bords de l'olécrâne, au processus coronoïde et à la fosse radiale de l'humérus (fig. 7.73). Dans la région latérale du coude, le bord libre inférieur de la capsule articulaire passe autour du col du radius, allant de son insertion antérieure sur le processus coronoïde jusqu'en arrière à la base de l'olécrâne.

La membrane fibreuse de la capsule articulaire est épaissie médialement et latéralement pour former les ligaments collatéraux, qui contrôlent les mouvements de flexion et d'extension du coude (fig. 7.73).

De plus, la face externe de l'articulation de la capsule articulaire est renforcée latéralement là où elle coiffe la tête du radius

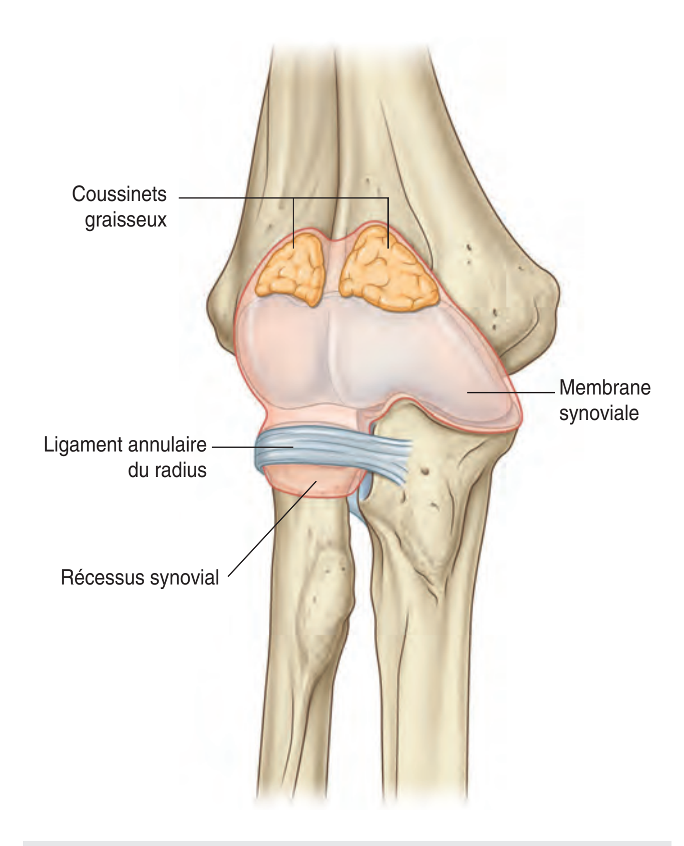
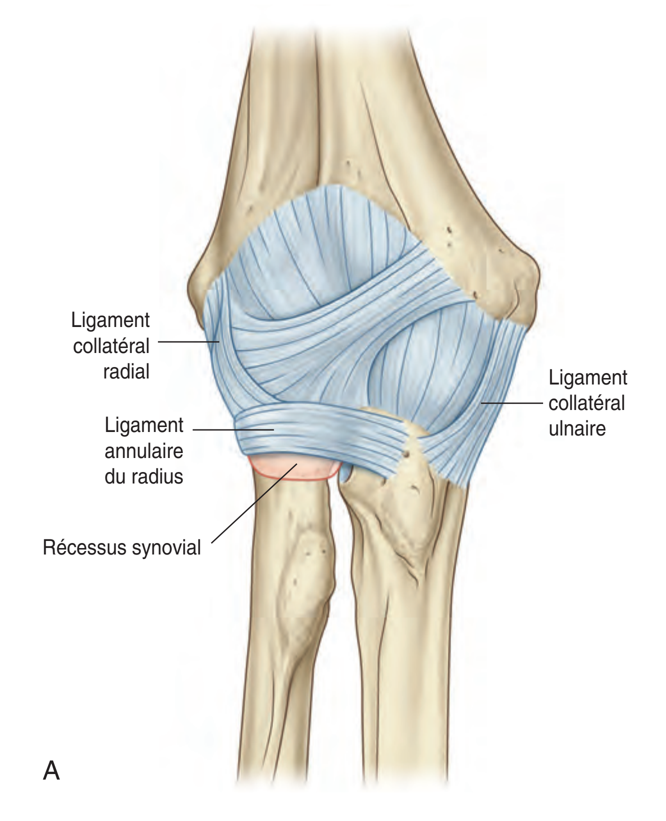


Figure 7.72 Membrane synoviale au niveau du coude (vue antérieure).



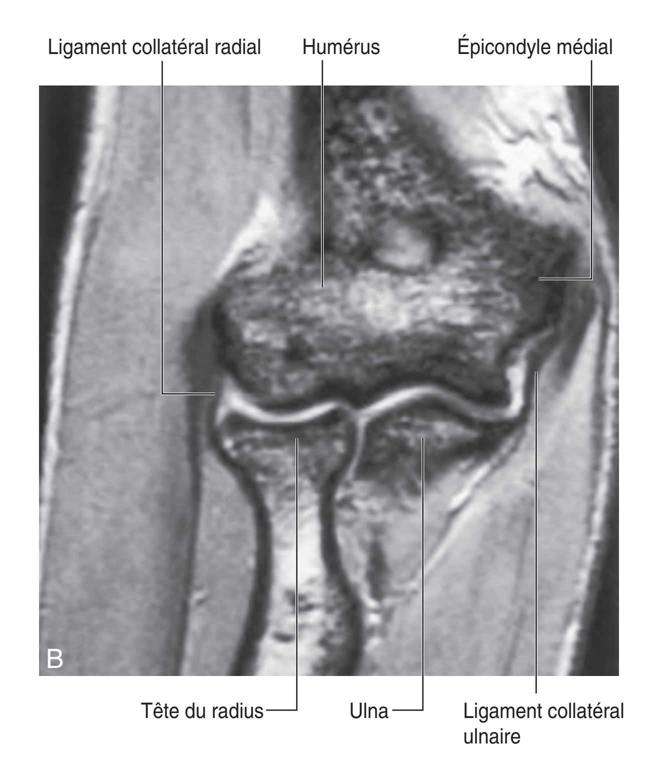


Figure 7.73 Articulation du coude. **A.** Capsule articulaire et ligament d'un coude droit. **B.** Imagerie par résonance magnétique d'un coude en coupe frontale.

par une forte structure ligamentaire : le **ligament annulaire du radius**. Bien que ce ligament mêle ses fibres à celles de la capsule articulaire en plusieurs points, il en est séparé en arrière. Le ligament annulaire du radius présente aussi des fibres en continuité avec celles du **ligament collatéral radial**.

Le ligament annulaire du radius et la capsule articulaire permettent à la tête radiale de tourner dans l'incisure radiale de l'ulna et de pivoter en regard du capitulum durant la pronation et la supination de l'avant-bras.

La face interne du ligament annulaire du radius qui s'articule avec la tête radiale est recouverte de cartilage. Une poche synoviale (récessus sacciforme) fait protrusion au bord libre inférieur de la capsule et facilite la rotation de la tête radiale lors des mouvements de pronation et de supination.

La vascularisation du coude est assurée par un réseau artériel anastomotique dérivé des branches collatérales et récurrentes des artères brachiale, brachiale profonde, radiale et ulnaire.

Le coude est innervé de manière prédominante par le nerf radial et le nerf musculocutané. Mais on retrouve quelques rameaux issus des nerfs ulnaire et médian.

En clinique

Fracture supracondylienne de l'humérus

Les traumatismes du coude chez l'enfant peuvent entraîner des fractures transversales de la métaphyse de l'humérus, au-dessus des épicondyles. Cette fracture est nommée fracture supracondylienne de l'humérus. Le fragment distal et ses tissus mous adjacents sont attirés en arrière par le triceps. Ce déplacement postérieur va tendre l'artère brachiale sur le moignon osseux proximal irrégulier avec un risque de lésion de l'artère. Il s'agit d'une fracture grave chez les enfants. Les muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras peuvent subir une ischémie, avec œdème, qui peut aboutir à une rétraction fibreuse définitive. Ces lésions peuvent entraîner une réduction importante de la fonction des muscles du compartiment antérieur et donc de la flexion (syndrome ischémique de Volkmann).

En clinique

Pronation douloureuse

La pronation douloureuse après traction de coude est une pathologie qui survient typiquement chez les enfants de moins de 5 ans. Elle est habituellement provoquée par la traction brutale par la main d'un enfant, en règle en traction vers le haut. La tête radiale non complètement développée et la laxité du ligament annulaire permettent la subluxation de la tête hors de cette enveloppe ligamentaire. La pronation douloureuse est extrêmement douloureuse, mais peut être facilement traitée par simple supination et compression de l'articulation du coude par le clinicien. Lorsque la tête est réduite, la douleur disparaît immédiatement et l'enfant reprend ses activités normales.

En clinique

Fracture de l'olécrâne

Les fractures de l'olécrâne peuvent résulter d'un choc direct ou d'une chute sur la main en extension (fig. 7.74). Le triceps s'insère sur l'olécrâne et les traumatismes peuvent provoquer l'avulsion de ce tendon.



Figure 7.74 Radiographie d'un coude montrant une fracture de l'olécrâne et lésant l'insertion du muscle triceps brachial.



En clinique

Modifications de l'articulation du coude au cours de la croissance

L'articulation du coude peut être lésée de multiples façons, en fonction de l'âge. Quand une fracture ou une lésion des tissus mous est suspectée, il faut demander des clichés radiographiques de l'articulation du coude de face et de profil. Chez un adulte, il n'est pas difficile, habituellement, d'interpréter les radiographies, mais chez l'enfant la lecture des clichés est plus difficile.

Lorsque le coude se développe chez l'enfant, de nombreux points d'ossifications secondaires apparaissent progressivement avant et au cours de la puberté. Il est facile d'interpréter ceux-ci à tort comme des fractures. De plus, il est possible que les épiphyses et les apophyses soient arrachées ou fracturées. Pour l'interprétation d'une radiographie du coude chez un enfant, le radiologue doit connaître son âge osseux (fig. 7.75). La fusion des noyaux d'ossification se produit autour de la puberté. Une connaissance correcte de l'apparition des épiphyses et des apophyses, et de leur relation avec l'os permet un diagnostic sûr. L'âge moyen de l'apparition des points d'ossifications secondaires au niveau de l'articulation du coude est :

- capitulum : 1 an ;
- tête du radius : 5 ans ;
- épicondyle médial : 5 ans ;
- trochlée : 11 ans ;
- olécrâne : 12 ans ;
- épicondyle latéral : 13 ans.

Figure 7.75 Radiographies du coude en développement. **A.** À 2 ans. **B.** À 5 ans. **C.** À 5 ou 6 ans. **D.** À 12 ans.

En clinique

Fracture de la tête du radius

La fracture de la tête du radius est une lésion fréquente qui peut entraîner des complications fonctionnelles importantes. C'est une des lésions typiques qui arrivent après une chute directe sur la main. En tombant, la force est transmise sur la tête radiale qui se fracture. Ces fractures peuvent entraîner une perte de l'extension totale et nécessiter un traitement chirurgical de reconstruction. Une longue période de rééducation est souvent nécessaire pour récupérer une pleine fonction du coude.

Une radiographie de profil va permettre de voir les signes indirects associés à ce type de fracture. Quand l'os se fracture, du sang se diffuse dans la cavité synoviale, élevant le petit pannicule graisseux situé dans les fossettes olécrânienne et coronoïde. Ces pannicules apparaissent comme des zones plus claires sur la radiographie de profil (signe du pannicule graisseux). Ce signe radiologique est important car le trait de fracture au niveau de la tête du radius n'est pas toujours visible sur les clichés standard. Si on retrouve un interrogatoire clinique qui va dans ce sens, une douleur localisée au niveau de la tête du radius et un signe du « pannicule graisseux » positif sur la radiographie de profil, on peut conclure à une fracture de la tête du radius, même si la fracture n'est pas visible sur les radiographies standards.

En clinique

Coude du tennisman et coude du golfeur (épicondylites)

Il n'est pas rare que les personnes qui pratiquent le tennis ou le golf aient des douleurs au niveau du coude. Ces douleurs se situent au niveau de l'insertion des fléchisseurs ou des extenseurs de l'avant-bras. La douleur typique se situe autour des épicondyles et diminue normalement avec le repos et la kinésithérapie. Elle peut aussi être traitée par des infiltrations du plasma du patient, riche en plaquettes, dans le tendon pour favoriser sa cicatrisation et sa réparation. Si la douleur et l'inflammation persistent, une désinsertion des fléchisseurs ou des extenseurs au niveau des épicondyles peut être nécessaire. Généralement, chez les joueurs de tennis, la douleur survient au niveau du l'épicondyle latéral (insertion des extenseurs) et porte le nom de « tennis elbow ». Chez le golfeur, les douleurs sont localisées sur l'épicondyle médial (insertion des fléchisseurs).

En clinique

Arthrose du coude

L'arthrose du coude est extrêmement fréquente et entraîne des douleurs généralement plus sévères dans le membre dominant. Parfois, une arthrose du coude traduit une évolution dégénérative et peut se compliquer de petits fragments osseux intra-articulaires. Étant donné l'étroitesse de l'espace articulaire, ces fragments peuvent entraîner une diminution significative de la flexion et de l'extension. Ils se logent principalement dans les fosses coronoïde et olécrânienne.

En clinique

Lésion du nerf ulnaire au coude

Le nerf ulnaire est situé à la face postérieure de l'épicondyle médial de l'humérus, où il chemine dans un canal ostéofibreux (le conduit cubital) fermé par un retinaculum. Les patients âgés peuvent développer des altérations dégénératives du conduit qui compriment le nerf en position fléchie. Une action répétée de flexion et d'extension peut causer des dommages locaux au nerf et entraîner une diminution de sa fonction. Une hypertrophie musculaire ou un traumatisme direct sur le nerf peuvent aussi provoquer des lésions du nerf ulnaire (fig. 7.76).

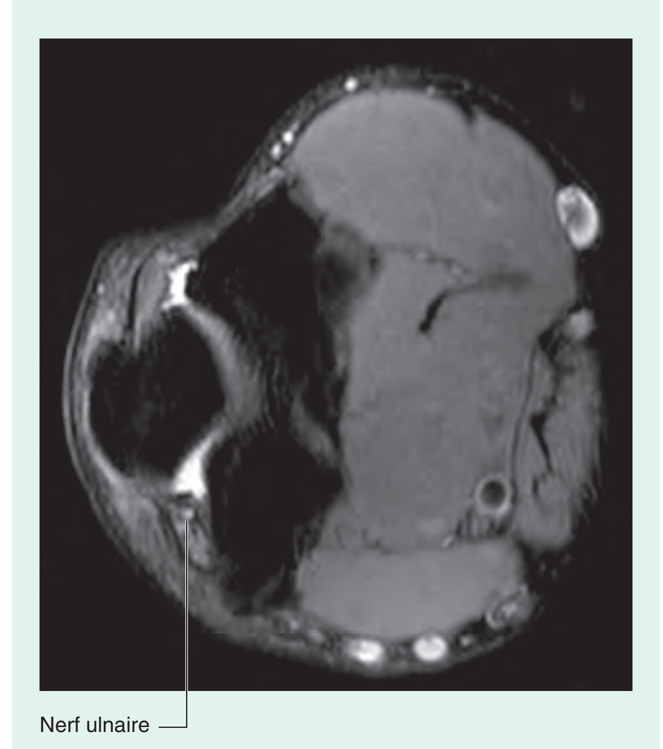


Figure 7.76 IRM du coude droit montrant l'œdème du nerf ulnaire dans le tunnel cubital en arrière de l'épicondyle médial, en rapport avec une compression nerveuse.

LE PLI DU COUDE

Le pli du coude (ou fosse cubitale) est une région importante de transition entre le bras et l'avant-bras. Il est localisé à la face antérieure du coude et forme une dépression triangulaire entre deux muscles de l'avant-bras :

- le muscle brachioradial qui s'insère sur la crête supraépicondylaire latérale de l'humérus ;
- le muscle rond pronateur qui s'insère sur l'épicondyle médial (fig. 7.77A).

La base de ce triangle est une ligne imaginaire tendue de l'épicondyle médial à l'épicondyle latéral. Le plancher de ce triangle est formé par le muscle brachial.

Les principaux éléments de la région, de latéral en médial, sont :

- le tendon du biceps brachial ;
- l'artère brachiale ;
- le nerf médian (fig. 7.77B).

Au niveau de l'apex du triangle, l'artère brachiale bifurque pour donner l'artère ulnaire et l'artère radiale (fig. 7.77B). Mais cette bifurcation peut se situer plus haut dans le bras et même dans la fosse axillaire. Quand un clinicien veut prendre la pression artérielle chez un patient, il place le stéthoscope sur l'artère brachiale au pli du coude.

Le nerf médian suit l'artère brachiale médialement, et quitte la région en passant entre les chefs ulnaire et huméral du muscle rond pronateur (fig. 7.77C).

L'artère brachiale et le nerf médian sont recouverts et protégés en avant au niveau de la partie distale du pli du coude par l'aponévrose bicipitale (fig. 7.77B) : une bande de tissu conjonctif qui va du bord médial du tendon du biceps brachial au fascia profond de l'avant-bras. Le côté médial de l'aponévrose bicipitale peut être palpé.

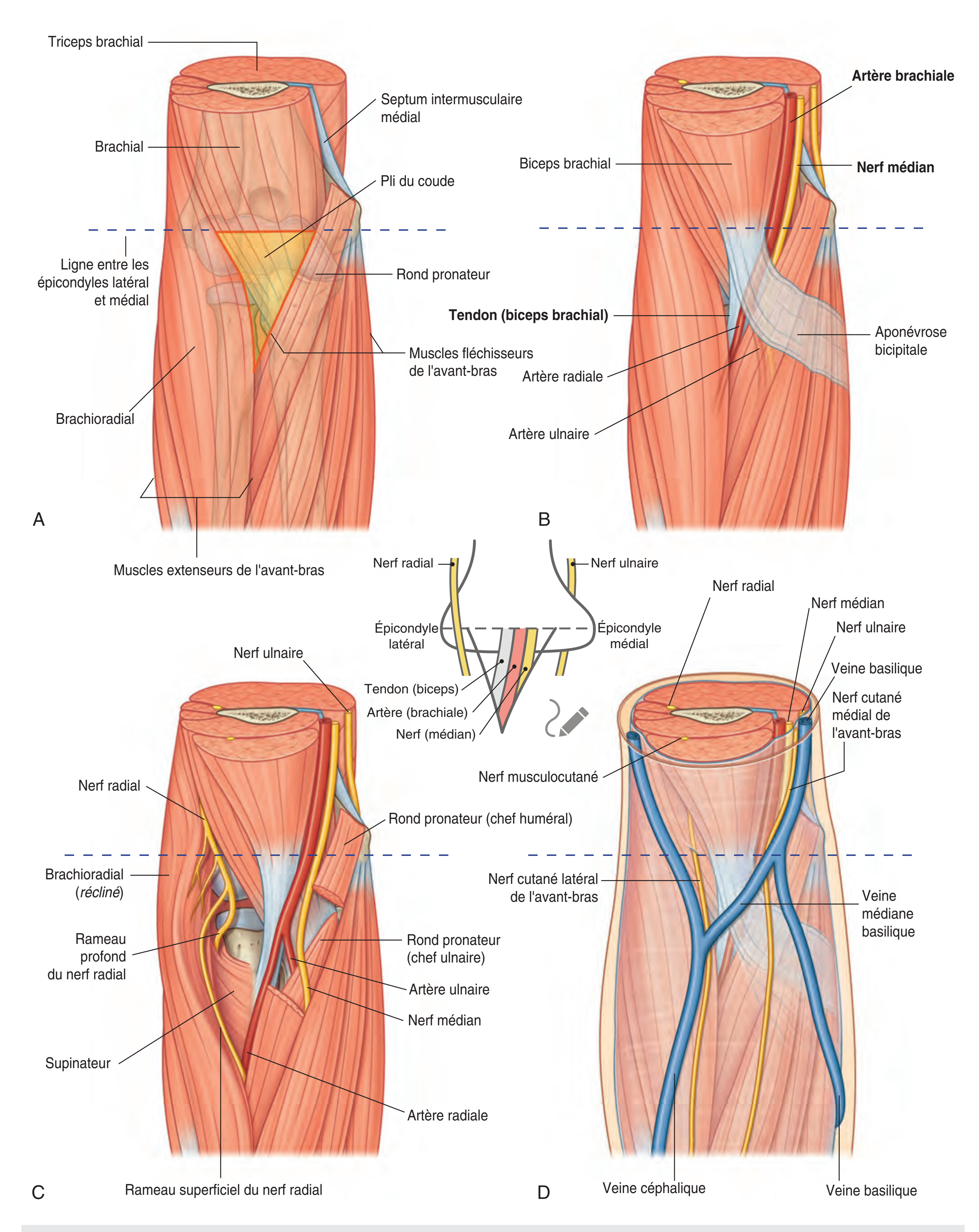


Figure 7.77 Pli du coude. **A.** Limites. **B.** Contenu. **C.** Situation du nerf radial. **D.** Structures superficielles.



Le nerf radial se situe juste sous le muscle brachioradial, qui forme la limite latérale du pli du coude (fig. 7.77C). À ce niveau, le nerf radial se divise en deux rameaux superficiels et profonds :

- le rameau superficiel continue dans l'avant-bras sous le muscle brachioradial ;
- le rameau profond passe entre les deux chefs du muscle supinateur (voir fig. 7.92) pour rejoindre le compartiment postérieur de l'avant-bras.

Le nerf ulnaire ne passe pas à travers le pli du coude mais derrière l'épicondyle médial.

Le toit du pli du coude est formé par le fascia superficiel et la peau. La plus importante structure du toit du pli du coude est la veine médiane basilique (fig. 7.77D), qui unit la veine céphalique sur le bord latéral du bras, et la veine basilique sur le bord médial. L'aponévrose bicipitale sépare la veine médiane basilique de l'artère brachiale et du nerf médian. Les autres structures du toit sont les nerfs cutanés – nerfs cutanés médial et latéral de l'avant-bras.

En clinique

Création d'une fistule artérioveineuse pour les dialyses rénales

De nombreux patients à travers le monde nécessitent une dialyse pour traiter une insuffisance rénale. Le sang des patients est filtré et épuré par une machine pour épuration extrarénale. Le sang du patient doit être prélevé, filtré par le rein artificiel et, ensuite, être réintroduit dans la circulation du patient. Ce procédé dure plusieurs heures et requiert un débit très important de 250 à 500 ml par minute. Pour permettre à un si grand volume de sang d'être extrait puis rendu à la circulation générale, le sang est prélevé dans un vaisseau à haut débit. Comme les veines périphériques des membres n'ont pas un si gros débit, un procédé chirurgical est nécessaire. Chez la plupart des patients, l'artère radiale est anastomosée à la veine céphalique (fig. 7.78) au niveau du coude. Quelques chirurgiens placent une greffe artérielle entre ces deux vaisseaux.

Après 6 semaines, la veine augmente de volume grâce au débit artériel et peut être utilisée pour la dialyse.

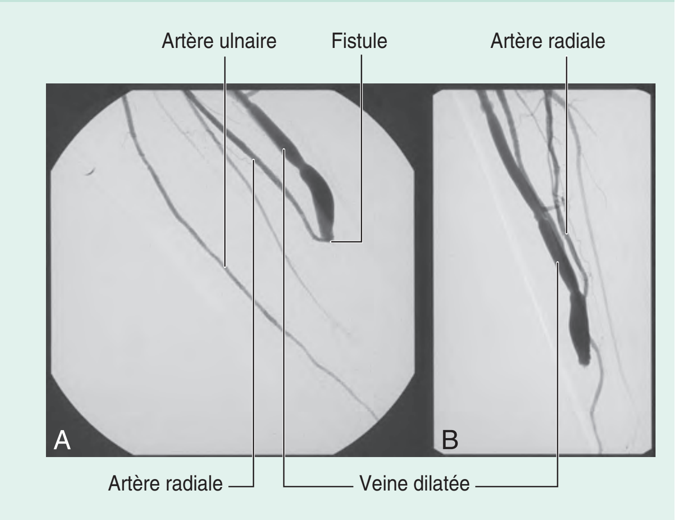


Figure 7.78 Artériographie de l'avant-bras montrant une fistule entre l'artère radiale et la veine céphalique. **A.** Vue de face. **B.** Vue de profil.

AVANT-BRAS

L'avant-bras est la partie du membre supérieur située entre le coude et le poignet. Proximalement, la plupart des structures importantes passent du bras à l'avant-bras par le pli du coude, qui se situe à la face antérieure du coude (fig. 7.79). L'exception est le nerf ulnaire qui passe en arrière de l'épicondyle médial de l'humérus.

Distalement, la plupart des structures passent de l'avant-bras à la main par la face antérieure du poignet au niveau du canal carpien (fig. 7.79). L'exception principale est l'artère radiale qui passe dorsalement autour du poignet pour entrer dans la main.

Les structures osseuses de l'avant-bras sont représentées par le radius et l'ulna (fig. 7.79 et fig. 7.80B). Le radius est latéral et est plus petit proximalement, lorsqu'il s'articule avec l'humérus, que distalement, où il est large et s'articule avec les os du carpe de la main pour former le poignet.

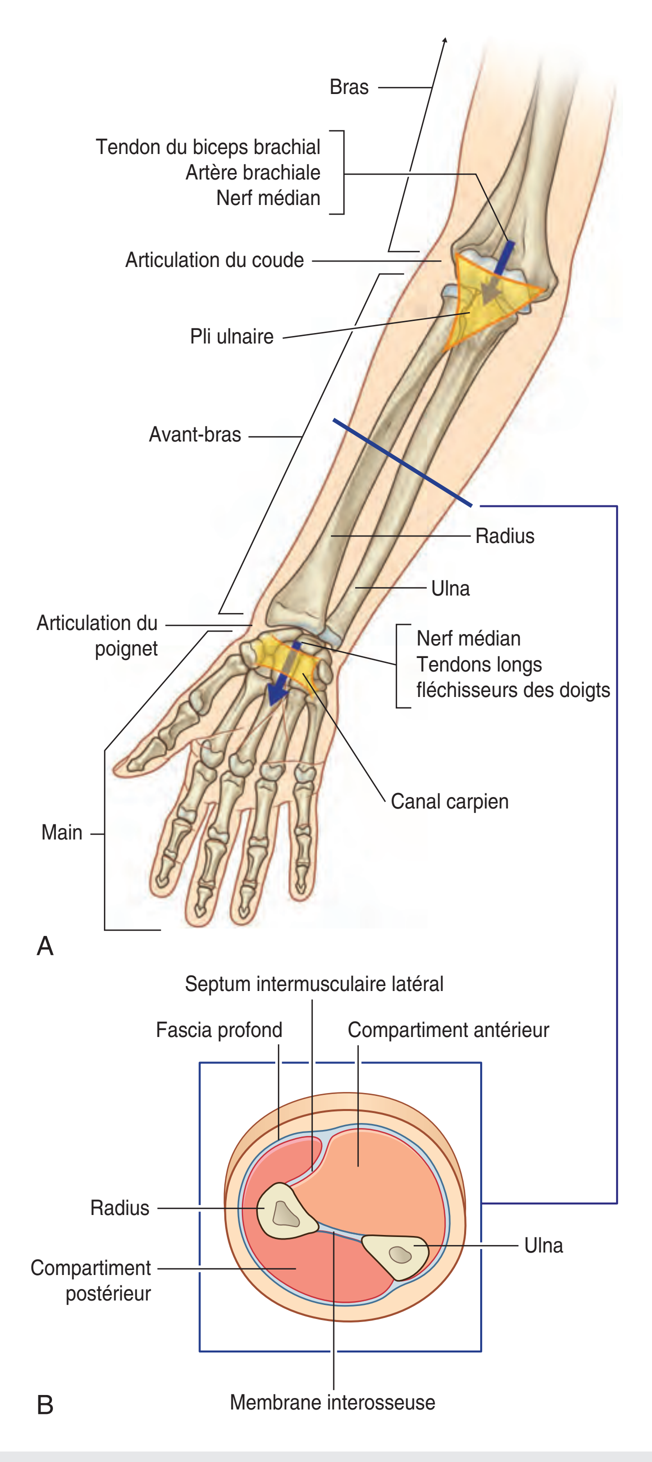


Figure 7.79 Avant-bras. **A.** Relations proximale et distale de l'avant-bras. **B.** Coupe transversale de l'avant-bras à sa partie moyenne.

L'ulna est médial dans l'avant-bras, et ses dimensions proximales et distales sont opposées à celles du radius ; l'ulna est large proximalement et étroit distalement. Les articulations proximales et distales entre radius et ulna permettent au radius de tourner autour de l'extrémité distale de l'ulna, permettant les mouvements de pronation et de supination de la main.

Comme le bras, l'avant-bras est divisé en compartiments antérieur et postérieur (fig. 7.79). Dans l'avant-bras, ces compartiments sont séparés par :

- un septum intermusculaire latéral, tendu du bord antérieur du radius au fascia profond qui entoure le membre ;
- une membrane interosseuse, qui relie les bords adjacents du radius et de l'ulna sur la majorité de leur longueur ;
- l'attache du fascia profond au bord postérieur de l'ulna.

Les muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras assurent la flexion du poignet, des doigts et la pronation de la main. Les muscles du compartiment postérieur per-

Figure 7.80 Radius. **A.** Diaphyse et extrémité distale d'un radius droit. **B.** Radiographie de l'avant-bras (vue de face).

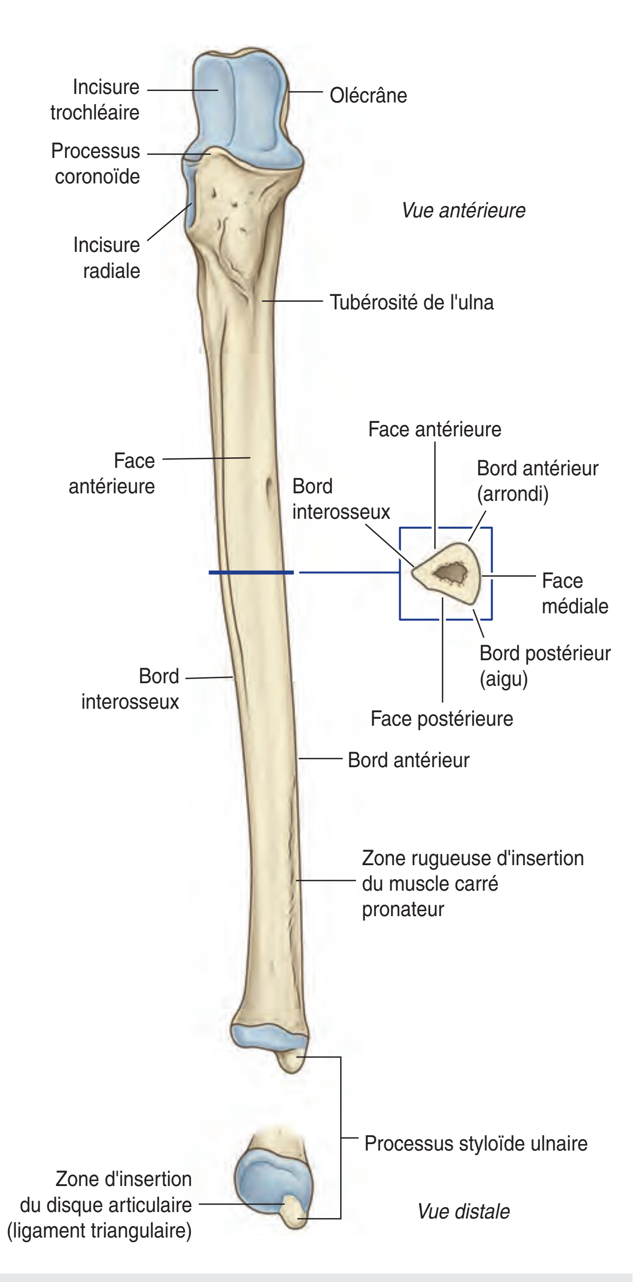


Figure 7.81 Diaphyse et partie distale de l'ulna droit.

mettent l'extension du poignet, des doigts et la supination de la main. Les principaux vaisseaux et nerfs innervent et vascularisent ces compartiments qu'ils traversent pour rejoindre la main.

Squelette

Diaphyse et extrémité distale du radius

La diaphyse du radius est fine proximalement, où elle fait suite au col du radius et à la tubérosité radiale, puis elle s'élargit progressivement distalement (voir fig. 7.80).

Sur la grande majorité de sa longueur, la diaphyse du radius a une section triangulaire avec :

- trois bords (antérieur, postérieur et interosseux) ;
- trois faces (antérieure, postérieure et latérale).

Le **bord antérieur** commence sur le bord médial de l'os en continuité avec la tubérosité radiale. Dans le tiers supérieur de l'os, il croise la diaphyse diagonalement de dedans en dehors, et se nomme ligne oblique du radius. Le **bord postérieur** est distinct seulement à partir du tiers moyen de l'os. Le **bord interosseux** est aigu et est le siège de l'insertion de la membrane interosseuse, qui lie radius et ulna.

Les faces antérieure et postérieure du radius sont généralement lisses. Sur la face latérale, on trouve une zone rugueuse pour l'insertion du muscle rond pronateur approximativement à mi-diaphyse.

Vue par en avant, l'extrémité distale du radius est large et plate (fig. 7.80). L'extrémité distale du radius a des faces antérieure et postérieure larges et des faces médiale et latérale étroites. Sa face antérieure est lisse et sans particularité, à l'exception de son bord latéral qui est plus accentué. Elle est le siège de l'insertion du muscle carré pronateur.

La **face postérieure** du radius est caractérisée par la présence d'un **tubercule dorsal** saillant, qui agit comme une poulie pour le long extenseur du pouce. La face médiale est marquée par l'incisure ulnaire qui s'articule avec l'extrémité distale de l'ulna (voir fig. 7.80). La **face latérale** du radius a une forme de diamant et se prolonge distalement par le **processus styloïde**.

La partie distale du radius à sa face inférieure est formée de deux faces articulaires pour deux os du carpe (le scaphoïde et le lunatum).

Diaphyse et extrémité distale de l'ulna

La diaphyse de l'ulna est large dans sa partie supérieure où elle fait suite à l'importante extrémité proximale. Elle est étroite distalement et se termine par une tête de taille réduite (fig. 7.81). Comme le radius, la diaphyse de l'ulna a une section triangulaire avec :

- trois bords (antérieur, postérieur et interosseux) ;
- trois faces (antérieure, postérieure et latérale).

Le bord antérieur est lisse et rond. Le bord postérieur est aigu et palpable sur la totalité de sa longueur. Le bord interosseux est aussi aigu et est le siège d'insertion de la membrane interosseuse, qui solidarise radius et ulna.

La **face antérieure** est lisse, à l'exception de sa partie distale qui est rugueuse et est le site d'insertion du muscle carré

pronateur. La **face médiale** est lisse et sans particularité. La **face postérieure** est marquée de lignes qui séparent les différentes zones d'insertion musculaire.

La partie distale de l'ulna est petite et caractérisée par une tête ronde et le **processus styloïde** (fig. 7.81). La face antérolatérale et distale de la tête est recouverte de cartilage articulaire. Le processus styloïde de l'ulna a son origine dans la zone dorsomédiale de l'extrémité distale.

En clinique

Fractures du radius et de l'ulna

Le radius et l'ulna sont reliés à l'humérus proximalement et aux os du carpe distalement par une série complexe de ligaments. Bien que les os soient séparés, ils agissent souvent comme un seul os. Quand un traumatisme grave survient au niveau de l'avant-bras, il peut entraîner des lésions des deux os. Il peut s'agir soit d'une fracture des deux os, soit d'une fracture d'un des deux os et une luxation de l'autre. Communément, le mécanisme de la lésion et l'âge du patient déterminent le type de lésion qui peut apparaître.

Il y a trois lésions classiques du radius et de l'ulna :

- la fracture de Monteggia qui est une fracture du tiers proximal de l'ulna et une luxation antérieure de la tête du radius au coude ;
- la fracture de Galeazzi qui est une fracture du tiers distal du radius associée à une subluxation de la tête de l'ulna au niveau du poignet ;
- la fracture de Pouteau-Colles de l'extrémité radiale distale qui est une fracture métaphysaire du radius à déplacement postérieur.

Lorsqu'une fracture du radius ou de l'ulna est décelée radiographiquement, il faut pratiquer des clichés centrés sur le coude et le poignet pour éliminer des luxations qui peuvent être associées.

Articulations

Articulation radio-ulnaire distale

L'articulation radio-ulnaire distale est formée par la face articulaire de la tête de l'ulna, et l'incisure ulnaire de l'extrémité distale du radius. Il s'y ajoute un disque fibreux articulaire qui s'interpose entre la tête de l'ulna et l'articulation du poignet (ligament triangulaire) (fig. 7.82).

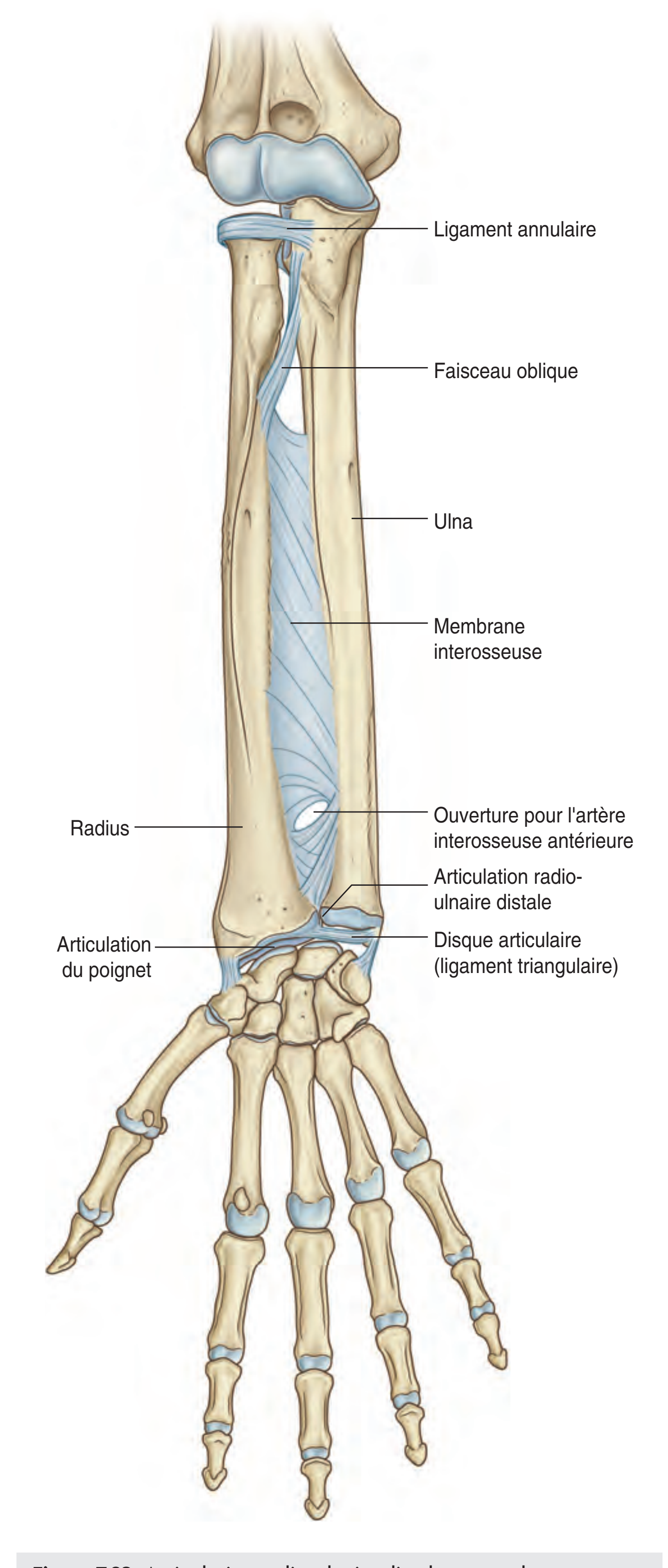


Figure 7.82 Articulation radio-ulnaire distale et membrane interosseuse.

Ce disque triangulaire, plat, est attaché par son apex à une dépression rugueuse sur l'ulna entre le processus styloïde et la face articulaire de la tête. Sa base est fixée au bord angulaire du radius situé entre l'incisure ulnaire et la face articulaire pour les os du carpe.

La membrane synoviale est attachée sur les bords de l'articulation radio-ulnaire distale, et est recouverte sur sa face externe par une capsule articulaire fibreuse.

L'articulation radio-ulnaire distale permet les mouvements de rotation du radius autour de l'ulna.

Membrane interosseuse

La membrane interosseuse est une fine lame fibreuse qui relie le bord latéral de l'ulna et le bord médial du radius (fig. 7.82). Des fibres de collagène renforcent cette lame du radius à l'ulna, surtout au niveau de son extrémité distale.

La membrane interosseuse a un bord supérieur libre, qui est situé juste sous la tubérosité radiale, et une petite ouverture circulaire localisée au niveau du tiers distal. Les vaisseaux passent du compartiment antérieur au compartiment postérieur soit par le bord supérieur de la membrane, soit par l'orifice inférieur.

La membrane interosseuse relie le radius à l'ulna sans limiter les mouvements de pronation et de supination, et sert d'insertion aux muscles des compartiments antérieur et postérieur. L'orientation des fibres de la membrane osseuse joue un rôle dans la transmission des contraintes du radius à l'ulna et finalement aussi entre l'humérus et la main.

Pronation et supination

La pronation et la supination de la main se situent entièrement à l'avant-bras et se traduisent par une rotation du radius au niveau du coude et son passage en avant de l'ulna au niveau de l'extrémité distale de l'avant-bras (fig. 7.83).

Au niveau du coude, la face articulaire supérieure de la tête radiale tourne sur le capitulum et, simultanément, la face articulaire du pourtour de la tête tourne dans l'incisure radiale de l'ulna, dans la zone adjacente de la capsule articulaire, et dans le ligament ulnaire du radius. Au niveau de l'articulation radio-ulnaire distale, l'incisure ulnaire du radius pivote sur la face convexe de la tête de l'ulna. Pendant ces mouvements, les os sont maintenus ensemble par :

- le ligament annulaire du radius au niveau de l'articulation radio-ulnaire proximale ;
- la membrane interosseuse tout au long des diaphyses du radius et l'ulna ;
- le disque articulaire (ligament triangulaire) au niveau de l'articulation radio-ulnaire distale (fig. 7.83).

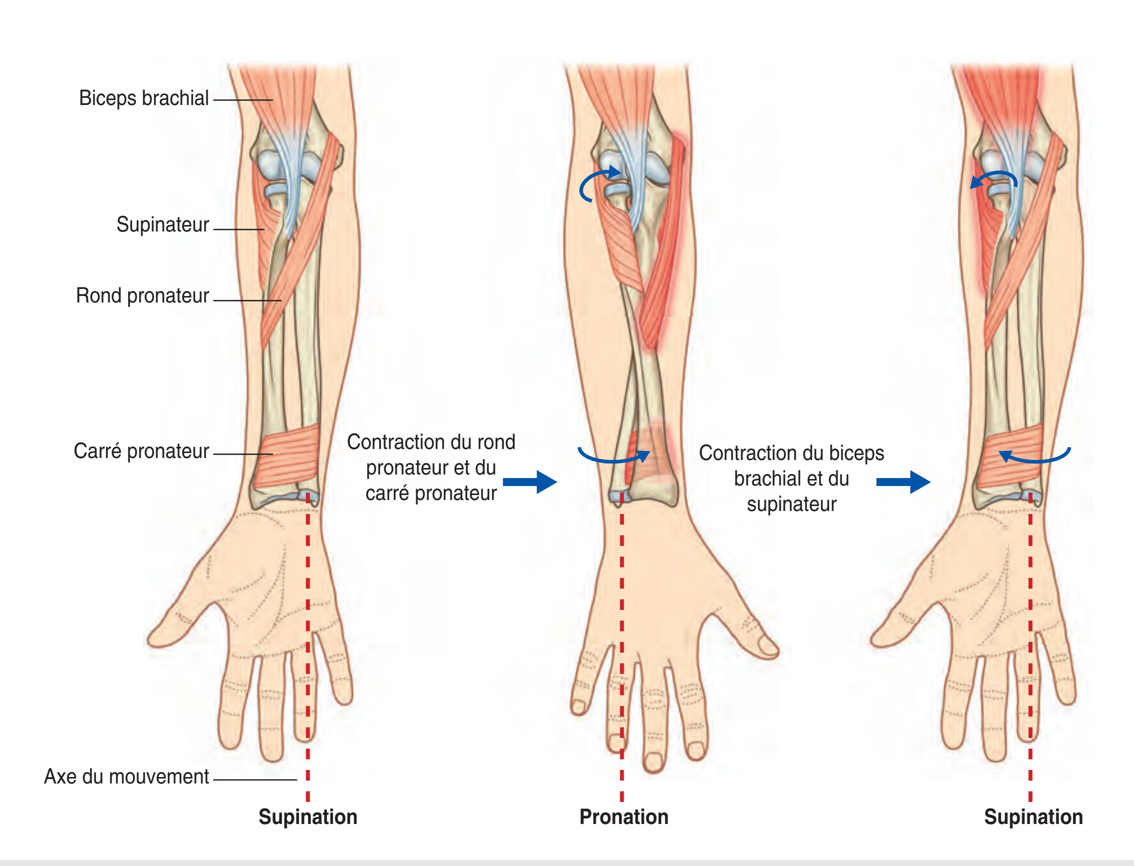


Figure 7.83 Pronation et supination.

La main s'articulant essentiellement avec le radius, la translocation de l'extrémité distale du radius médialement sur l'ulna entraîne le passage de la main de la position paume vers l'avant (supination) à la position paume vers l'arrière (pronation).

Deux muscles réalisent la pronation et deux muscles la supination (fig. 7.83).

Muscles impliqués dans la pronation et la supination

Biceps brachial. Le muscle biceps brachial est le plus gros des quatre muscles qui permettent la supination et la pronation de la main. C'est un puissant supinateur et un fléchisseur du coude. Sa fonction supinatrice est plus importante quand l'avant-bras est en flexion.

Supinateur. Le deuxième muscle qui permet la supination est le **muscle supinateur**. Il est situé dans le compartiment postérieur de l'avant-bras. Il a des origines étendues : crête supinatrice de l'ulna, épicondyle latéral de l'humérus et ligaments voisins de l'articulation du coude.

À partir de ces insertions, le muscle supinateur tourne autour de la face postérieure et latérale du tiers supérieur du radius pour se terminer sur la partie supérieure de la diaphyse au niveau de la ligne oblique.

Le tendon du biceps brachial et le muscle supinateur viennent tous les deux s'enrouler autour de l'extrémité proximale du radius quand la main est en position de pronation (fig. 7.83). Quand ils se contractent, ils déroulent le radius et produisent une supination de la main.

Rond pronateur et carré pronateur. La pronation résulte de l'action des **muscles rond pronateur** et **carré pronateur** (fig. 7.83). Ces deux muscles sont situés dans le compartiment antérieur de l'avant-bras :

- le muscle rond pronateur va de l'épicondyle médial de l'humérus à la face latérale du radius, approximativement à mi-diaphyse ;
- le carré pronateur s'étend entre les faces antérieures de l'extrémité distale du radius et de l'ulna.

Quand ces muscles se contractent, ils attirent l'extrémité distale du radius au-dessus de l'ulna, provoquant la pronation de la main (fig. 7.83).

Anconé. En plus des mouvements de flexion et d'extension du coude, des mouvements d'abduction et d'adduction de l'ulna peuvent se produire et maintenir la paume de la main sur un axe central durant la pronation et la supination (fig. 7.84). Le muscle impliqué dans ces mouvements est le **muscle anconé**, qui est un muscle triangulaire du compartiment postérieur de l'avant-bras qui descend latéralement de l'épicondyle latéral à la face latérale de l'extrémité proximale de l'ulna.

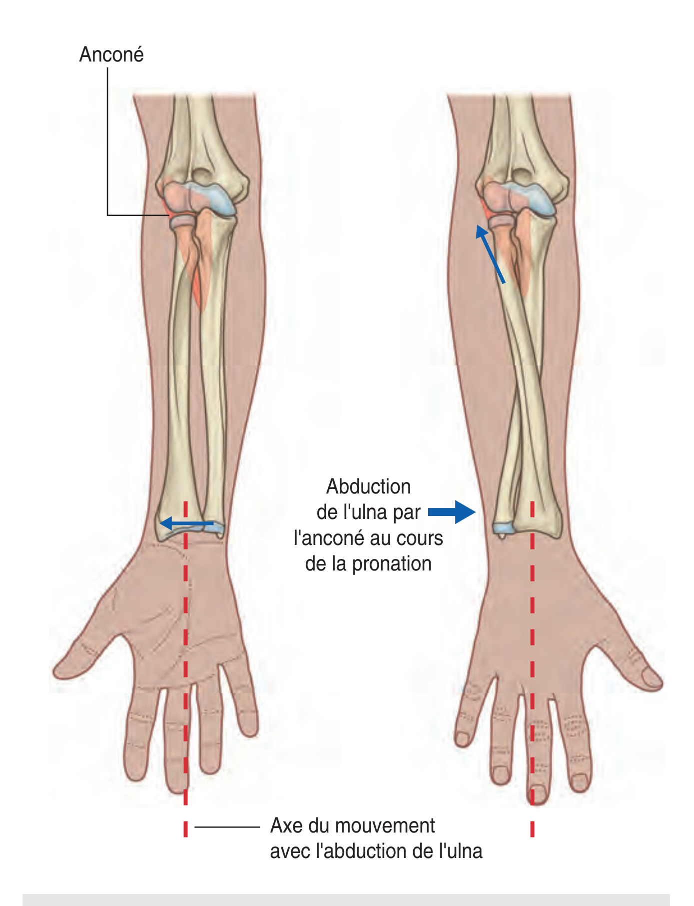


Figure 7.84 Abduction de l'extrémité distale de l'ulna par le muscle anconé au cours de la pronation.

COMPARTIMENT ANTÉRIEUR DE L'AVANT-BRAS

Muscles

Les muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras (fléchisseurs) sont répartis en trois couches : superficielle, intermédiaire et profonde. Ces muscles participent :

- au mouvement du poignet ;
- la flexion des doigts et du pouce ;
- la pronation.

Tous les muscles du compartiment antérieur sont innervés par le nerf médian, à l'exception du muscle fléchisseur ulnaire du carpe et de la moitié médiale du muscle long fléchisseur profond des doigts, qui sont innervés par le nerf ulnaire.

Couche superficielle

Les quatre muscles de la couche superficielle – fléchisseur ulnaire du carpe, long palmaire, fléchisseur radial du carpe et rond pronateur – ont une insertion commune sur l'épicondyle médial de l'humérus, et à l'exception du rond pronateur, ils se prolongent distalement de l'avant-bras à la main (fig. 7.85 et tableau 7.10).

Fléchisseur ulnaire du carpe

Le **muscle fléchisseur ulnaire du carpe** est le plus médial des muscles de la couche superficielle des fléchisseurs. Le chef ulnaire a une insertion longue sur l'olécrâne et le bord postérieur de l'ulna ; le chef huméral a une autre insertion au niveau de l'épicondyle médial de l'humérus (fig. 7.85A,B).

Le nerf ulnaire entre dans le compartiment antérieur de l'avant-bras en passant à travers l'espace triangulaire entre chef huméral et chef ulnaire du muscle fléchisseur ulnaire du carpe (fig. 7.85B). Les fibres musculaires convergent en un tendon qui descend distalement et s'insère sur l'os pisiforme du poignet. À partir de là, les forces de traction sont transmises à l'hamatum et à la base du 5e métacarpien par les **ligaments pisohamatal** et **pisométacarpien**.

Le fléchisseur ulnaire du carpe est un puissant fléchisseur et adducteur du poignet, et il est innervé par le nerf ulnaire (tableau 7.10).

Long palmaire

Le **muscle long palmaire**, qui est absent chez à peu près 15 % de la population, descend entre le fléchisseur ulnaire du carpe et le fléchisseur radial du carpe (fig. 7.85A). C'est un muscle grêle avec un long tendon, qui passe dans la main et s'insère sur le retinaculum des fléchisseurs, et sur l'épaisse lame de fascia profond formant l'aponévrose palmaire. Il assure la fixation de la peau de la main et des doigts à l'aponévrose.

En plus de son rôle de fléchisseur accessoire du poignet, le muscle long palmaire s'oppose aux forces de cisaillement de la peau de la paume durant le serrage de la main (tableau 7.10).

Fléchisseur radial du carpe

Le **muscle fléchisseur radial du carpe** est en position latérale par rapport au muscle long palmaire. Il a un gros tendon proéminent sur la partie distale de l'avant-bras (fig. 7.85A et tableau 7.10). À l'inverse du tendon du muscle fléchisseur ulnaire du carpe qui forme le bord médial de l'avant-bras, le tendon du fléchisseur radial du carpe est situé juste latéralement par rapport à la ligne médiane. Dans cette position, le tendon peut être facilement palpé, et est un repère important pour trouver le pouls de l'artère radiale qui passe juste latéralement par rapport à lui.

Le tendon du fléchisseur radial du carpe passe à travers un compartiment formé par le squelette et le fascia sur le bord latéral de la face antérieure du poignet, et se termine sur les faces antérieures des bases des 2e et 3e métacarpiens.

Le fléchisseur radial du carpe est un puissant fléchisseur du poignet et peut aussi porter le poignet en abduction.

Rond pronateur

Le **muscle rond pronateur** a deux chefs d'insertion supérieure : un chef huméral et un chef ulnaire. Le chef huméral du muscle rond pronateur s'insère sur l'épicondyle médial et la crête supraépicondylaire de l'humérus. Le chef ulnaire s'insère sur une petite zone linéaire sur le bord médial du processus coronoïde de l'ulna (fig. 7.85A). Le nerf médian sort habituellement du pli du coude en passant entre le chef ulnaire et le chef huméral du muscle. Le rond pronateur croise obliquement l'avant-bras pour se terminer sur une aire ovale rugueuse au niveau de la face latérale du radius approximativement à mi-diaphyse.

Tableau 7.10 Couche superficielle des muscles antérieurs de l'avant-bras.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Fléchisseur ulnaire du carpe	Chef huméral : épicondyle médial de l'humérus ; chef ulnaire : olécrâne au bord postérieur de l'ulna	Os pisiforme, et via les ligaments pisohamatal et pisométacarpien sur l'hamatum et la base du 5e métacarpien	Nerf ulnaire (C7, **C8**, T1)	Fléchisseur et adducteur du poignet
Long palmaire	Épicondyle médial de l'humérus	Aponévrose palmaire de la main	Nerf médian (**C7**, **C8**)	Fléchisseur du poignet. Comme l'aponévrose palmaire est ancrée à la peau de la paume, la contraction du muscle s'oppose aux forces de cisaillement lors du serrage de la main
Fléchisseur radial du carpe	Épicondyle médial de l'humérus	Base des 2e et 3e métacarpiens	Nerf médian (**C6**, **C7**)	Fléchisseur et abducteur du poignet
Rond pronateur	Chef huméral : épicondyle médial et face supraépicondylienne ; chef ulnaire : bord médial du processus coronoïde.	Zone rugueuse sur la face latérale à mi-diaphyse du radius	Nerf médian (**C6**, **C7**)	Pronation

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Figure 7.85 Couche superficielle de l'avant-bras. **A.** Muscles superficiels (le retinaculum des fléchisseurs n'est pas représenté). **B.** Muscle fléchisseur ulnaire du carpe.

Le rond pronateur forme le bord médial du pli du coude et permet la rotation du radius sur l'ulna pendant la pronation (tableau 7.10).

Couche intermédiaire

Fléchisseur superficiel des doigts

Le muscle de la couche intermédiaire du compartiment antérieur de l'avant-bras est le **muscle fléchisseur superficiel des doigts** (fig. 7.86). C'est un gros muscle avec deux chefs :

- le chef huméro-ulnaire, qui est originaire principalement de l'épicondyle médial de l'humérus et de la région adjacente se trouvant sur le bord médial du processus coronoïde de l'ulna ;
- le chef radial, qui s'insère sur la ligne oblique du radius.

Le nerf médian et l'artère ulnaire passent profondément entre les deux chefs de ce muscle.

Dans la partie distale de l'avant-bras, le muscle fléchisseur superficiel des doigts donne quatre tendons, qui vont pénétrer à travers le canal carpien au poignet et se prolonger au niveau des quatre doigts longs. Les tendons de l'annulaire et du majeur sont en avant des tendons de l'index et de l'auriculaire.

À l'avant-bras, dans le canal carpien et dans les régions proximales des quatre doigts, les tendons du fléchisseur superficiel des doigts sont situés en avant des tendons du muscle fléchisseur profond des doigts.

Près de la base de la phalange proximale de chaque doigt, le tendon du fléchisseur superficiel des doigts se divise en deux languettes tendineuses, qui passent de chaque côté du tendon fléchisseur profond des doigts et vont s'insérer sur les bords de la phalange intermédiaire (fig. 7.86).

Le fléchisseur superficiel des doigts fléchit l'articulation métacarpophalangienne et l'articulation interphalangienne proximale de chaque doigt ; il fléchit aussi le poignet (tableau 7.11).

Couche profonde

Il existe trois muscles profonds au niveau du compartiment antérieur de l'avant-bras : le fléchisseur profond des doigts, le long fléchisseur du pouce et le carré pronateur (fig. 7.87).

Tableau 7.11 Couche musculaire intermédiaire du compartiment antérieur de l'avant-bras.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Fléchisseur superficiel des doigts	Chef huméro-ulnaire : épicondyle médial et bord adjacent du processus coronoïde ; chef radial : ligne oblique du radius	Quatre tendons, qui s'insèrent sur la face palmaire de la phalange intermédiaire des doigts longs	Nerf médian (**C8**, T1)	Fléchit l'interphalangienne proximale de l'index, du majeur, de l'annulaire et de l'auriculaire ; peut aussi fléchir l'articulation métacarpophalangienne des mêmes doigts, et le poignet

Les segments spinaux en gras sont les principaux segments qui innervent le muscle.

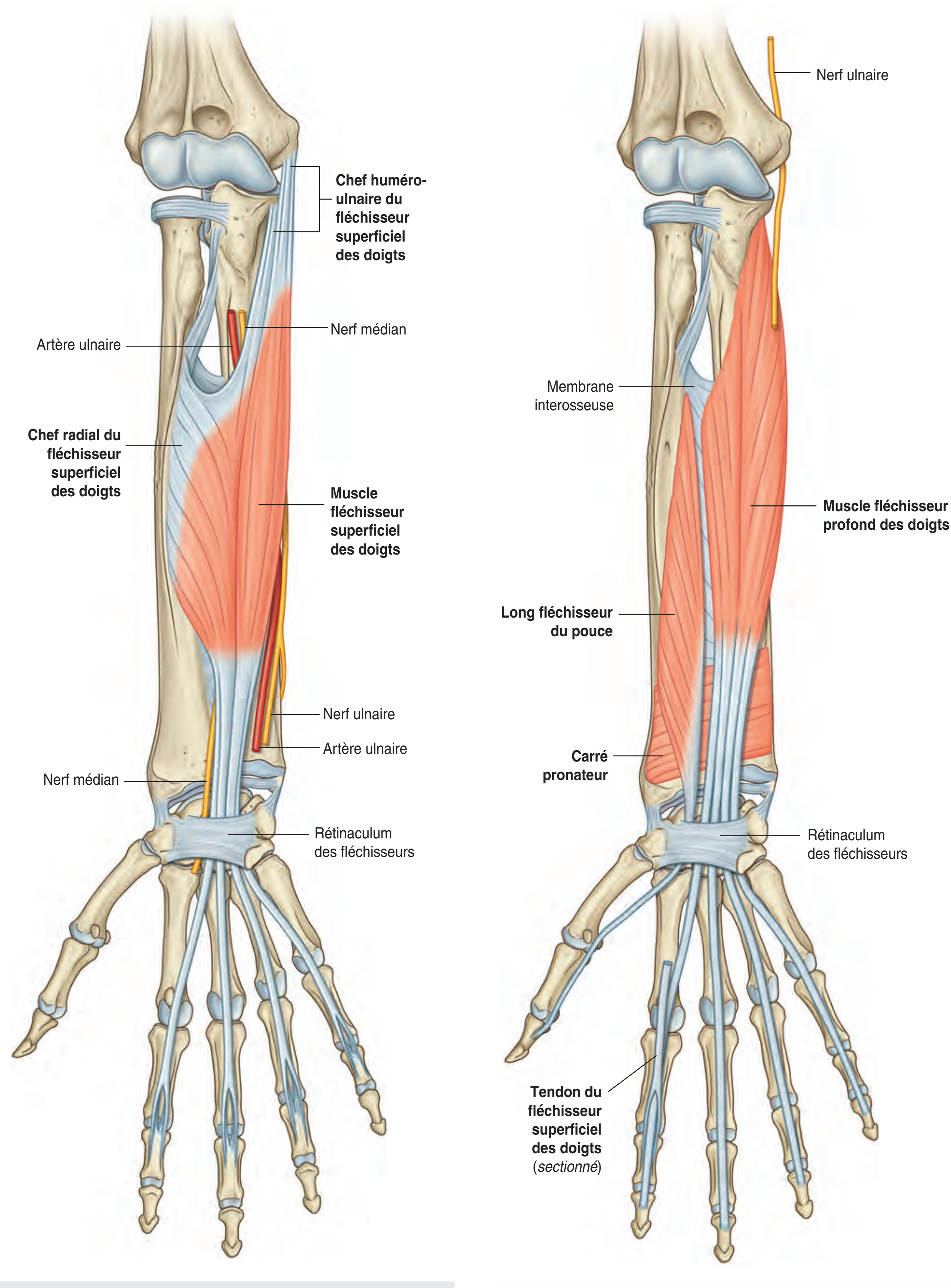


Figure 7.86 Couche intermédiaire des muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras.

Figure 7.87 Couche profonde des muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras.

Fléchisseur profond des doigts

Le **muscle fléchisseur profond des doigts** est originaire des bords antérieur et médial de l'ulna et de la moitié de la face antérieure médiale de la membrane interosseuse adjacente (fig. 7.87). Il donne naissance à quatre tendons qui passent à travers le canal carpien et se prolongent jusqu'aux quatre doigts médiaux. Tout au long de leur course, les tendons sont situés derrière les tendons du muscle fléchisseur superficiel des doigts.

En regard de la phalange proximale de chaque doigt, chaque tendon passe entre les languettes tendineuses de chaque tendon fléchisseur superficiel, puis se prolonge distalement pour s'insérer sur la face antérieure de la base de la phalange distale.

Dans la paume, les muscles lombricaux prennent naissance sur les bords des tendons du fléchisseur profond des doigts (voir fig. 7.108).

L'innervation des parties médiale et latérale du fléchisseur profond des doigts est assurée par :

- le nerf interosseux antérieur (rameau du nerf médian) pour le chef latéral (index et majeur) ;
- le nerf ulnaire pour le chef médial (annulaire et auriculaire).

Le fléchisseur profond des doigts fléchit les articulations métacarpophalangiennes ainsi que les articulations interphalangiennes proximales et distales des quatre doigts longs. Traversant le poignet, ce muscle est aussi un fléchisseur du poignet (tableau 7.12).

Long fléchisseur du pouce

Le **muscle long fléchisseur du pouce** est originaire de la face antérieure du radius et de la moitié de la membrane interosseuse adjacente (fig. 7.87). C'est un puissant muscle qui donne un seul tendon passant à travers le canal carpien, latéralement par rapport aux tendons fléchisseurs profond et superficiel des doigts. Il se prolonge ensuite jusqu'au pouce où il se termine sur la base de la phalange distale.

Le muscle long fléchisseur du pouce fléchit le pouce. Il est innervé par le nerf interosseux antérieur (rameau du nerf médian) (tableau 7.12).

Carré pronateur

Le **muscle carré pronateur** est un muscle plat en forme de drapeau au niveau de l'extrémité distale de l'avant-bras (fig. 7.87). Il s'insère sur un sillon linéaire situé sur la face antérieure de l'extrémité inférieure de l'ulna et se porte latéralement pour se terminer sur la face antérieure, plate, du radius. Il est situé profondément, et il est en contact avec les tendons des muscles fléchisseurs superficiel et profond des doigts.

Le muscle carré pronateur attire l'extrémité distale du radius au-devant et au-dessus de l'ulna durant la pronation. Il est innervé par le nerf interosseux antérieur (rameau du nerf médian) (tableau 7.12).

Tableau 7.12 Couche musculaire profonde du compartiment antérieur de l'avant-bras.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Fléchisseur profond des doigts	Faces antérieure et médiale de l'ulna et moitié de la face antérieure médiale de la membrane interosseuse adjacente	Quatre tendons, qui s'insèrent sur la face palmaire au niveau de la phalange intermédiaire des doigts longs	Par le nerf interosseux antérieur (rameau du nerf médian) pour le chef latéral (index et majeur) ; par le nerf ulnaire pour le chef médial (annulaire et auriculaire) (**C8**, T1)	Fléchit les articulations métacarpo-phalangiennes, et les articulations interphalangiennes proximales et distales des quatre doigts longs. Parce qu'il traverse le poignet ce muscle est aussi un fléchisseur du poignet
Long fléchisseur du pouce	Face antérieure du radius et moitié radiale de la membrane interosseuse	Face palmaire de la base de la phalange distale du pouce	Nerf médian (nerf interosseux antérieur) (C7, **C8**)	Fléchit l'interphalangienne du pouce ; peut aussi fléchir l'articulation métacarpophalangienne du pouce
Carré pronateur	Strie linéaire sur la face antérieure de l'ulna	Face antérieure distale du radius	Nerf médian (nerf interosseux antérieur) (C7, **C8**)	Pronation

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Artères et veines

Les plus grosses artères de l'avant-bras se trouvent dans le compartiment antérieur. Elles se prolongent distalement pour vasculariser la main et donner naissance à des vaisseaux qui passent dans le compartiment postérieur (fig. 7.88).

L'artère brachiale entre dans l'avant-bras en passant à travers le pli du coude. Au sommet du pli du coude, elle se divise en deux branches importantes, l'artère radiale et l'artère ulnaire.

Artère radiale

L'artère radiale naît de l'artère brachiale au niveau du col du radius, puis descend sur le bord latéral de l'avant-bras (fig. 7.88).

- Elle se trouve juste sous le muscle brachioradial à la moitié proximale de l'avant-bras.
- Elle est accompagnée sur son bord latéral par le rameau superficiel terminal du nerf radial au niveau du tiers moyen du bras.
- Puis, elle est médiale au tendon du muscle brachioradial, recouverte par le fascia profond, le fascia superficiel et la peau de la partie distale de l'avant-bras.

Dans la partie distale de l'avant-bras, l'artère radiale suit le bord latéral du gros tendon du fléchisseur radial du carpe et se trouve juste devant le carré pronateur et l'extrémité distale du radius (fig. 7.88). Dans la partie distale de l'avant-bras, l'artère radiale peut être localisée par le repérage du tendon du fléchisseur radial du carpe. Le pouls de l'artère radiale peut être facilement palpé contre les muscles sous-jacents et l'os.

L'artère radiale quitte l'avant-bras, passe autour du bord latéral du poignet, et pénètre la région dorsolatérale de la main entre les bases du 1[er] et du 2[e] métacarpiens (fig. 7.88). Les branches de l'artère radiale assurent la vascularisation du pouce et du bord latéral de l'index.

Les branches de l'artère radiale au niveau de l'avant-bras sont :

- l'**artère récurrente radiale**, qui participe au réseau anastomotique périarticulaire du coude, puis donne de

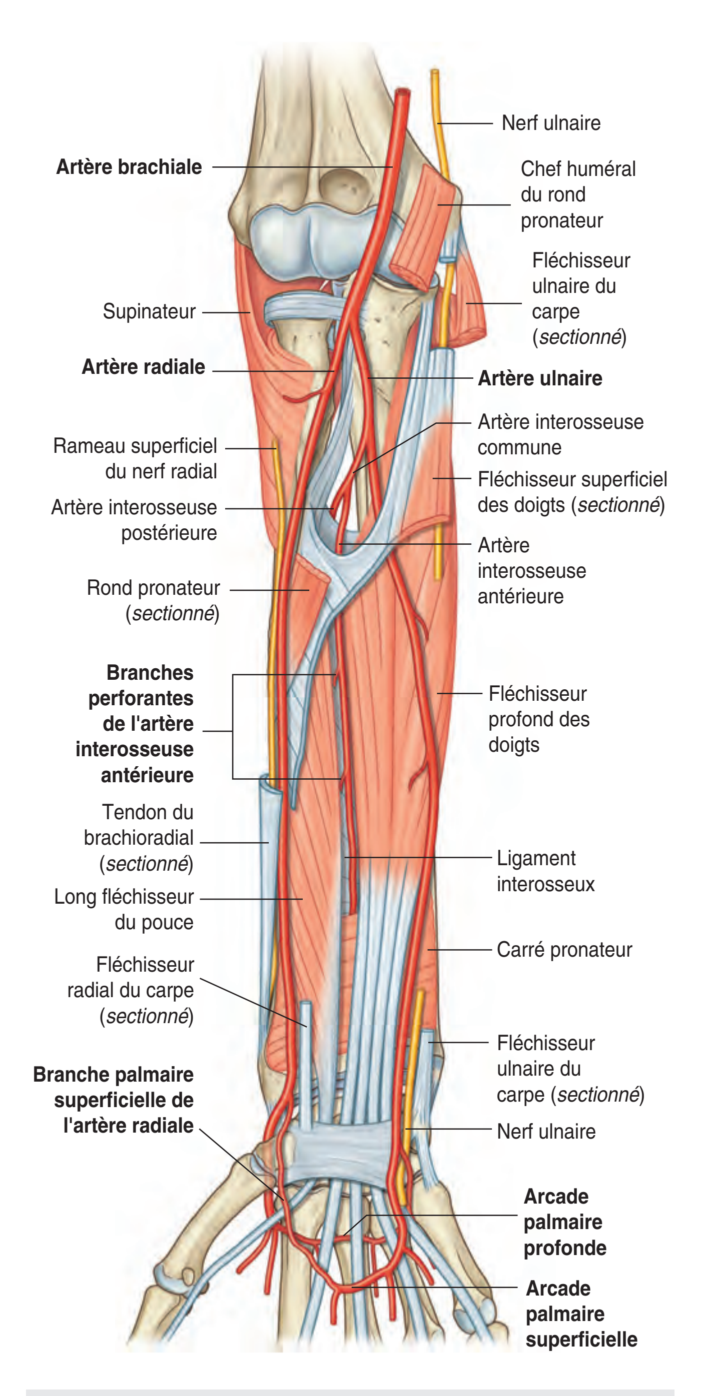


Figure 7.88 Artères du compartiment antérieur de l'avant-bras.

nombreuses branches qui vascularisent le bord latéral de l'avant-bras (voir fig. 7.66B) ;

- une petite **branche carpienne palmaire**, qui participe au réseau anastomotique périarticulaire du poignet et à la vascularisation du carpe ;
- une **branche palmaire superficielle** un peu plus grosse, qui entre dans la main en passant à travers les muscles thénariens au niveau de la base du pouce (fig. 7.88). Elle se termine en s'anastomosant avec l'artère ulnaire pour former l'arcade palmaire superficielle.

Artère ulnaire

L'artère ulnaire est plus grosse que l'artère radiale et descend sur le bord médial du bras (fig. 7.88). Elle quitte le pli du coude et passe en profondeur sous le muscle rond pronateur, puis elle descend à l'avant-bras dans le plan fascial situé entre le fléchisseur ulnaire du carpe et le fléchisseur profond des doigts.

Dans la partie distale de l'avant-bras, l'artère ulnaire reste souvent cachée sous la partie antérolatérale du muscle fléchisseur ulnaire du carpe, et est donc difficilement palpable.

Dans la région distale de l'avant-bras, le nerf ulnaire est situé au bord médial de l'artère ulnaire.

L'artère ulnaire quitte l'avant-bras et entre dans la main en passant latéralement par rapport au pisiforme et en avant du retinaculum des fléchisseurs du poignet. Enfin, elle s'incurve vers la paume (fig. 7.88). Elle donne souvent la vascularisation principale des trois doigts médiaux et de la moitié de l'index.

Les branches de l'artère ulnaire qui naissent dans l'avant-bras sont :

- l'**artère récurrente ulnaire**, qui donne une **branche antérieure** et une **branche postérieure**, contribuant au réseau anastomotique périarticulaire du coude (voir fig. 7.66B) ;
- de nombreuses artères musculaires, qui vascularisent les muscles environnants ;
- l'**artère interosseuse commune**, qui se divise en artères interosseuses antérieure et postérieure (fig. 7.88) ;
- deux petites artères carpiennes (les **branches carpiennes dorsale** et **palmaire**), qui vascularisent le poignet.

L'**artère interosseuse postérieure** passe en arrière de la membrane interosseuse et chemine dans le compartiment postérieur de l'avant-bras.

L'**artère interosseuse antérieure** passe devant la membrane interosseuse et vascularise les compartiments profonds de l'avant-bras, le radius et l'ulna. Elle donne de nombreuses branches qui perforent la membrane interosseuse et vascularisent les muscles du compartiment postérieur. Elle donne aussi une petite branche carpienne palmaire qui participe au réseau anastomotique périarticulaire du poignet et à la vascularisation du carpe. L'artère osseuse antérieure se termine en rejoignant l'artère interosseuse postérieure.

Veines

Les veines profondes du compartiment antérieur de l'avant-bras accompagnent les artères, et se drainent dans les veines satellites de l'artère brachiale dans le pli du coude.

En clinique

Section de l'artère radiale ou de l'artère ulnaire

Des patients adultes peuvent se sectionner l'artère radiale ou l'artère ulnaire car ces vaisseaux sont relativement sous-cutanés. Une cause typique de blessure est le coup de poing à travers une vitre de fenêtre. Heureusement, la suppléance par la double afférence artérielle de la main permet au chirurgien de lier l'artère ulnaire ou l'artère radiale, sans conséquence significative.

Nerfs

Les nerfs du compartiment antérieur sont le nerf ulnaire, le nerf médian et le rameau superficiel du nerf radial (fig. 7.89).

Nerf médian

Le nerf médian innerve les muscles du compartiment antérieur de l'avant-bras, à l'exception du muscle fléchisseur ulnaire du carpe et de la moitié médiale du fléchisseur profond des doigts (annulaire et auriculaire). Il quitte le pli du coude en passant entre les deux chefs du rond pronateur et entre les chefs huméro-ulnaire et radial du muscle fléchisseur superficiel des doigts (fig. 7.89).

Le nerf médian descend tout droit à l'avant-bras dans le fascia à la face profonde du muscle fléchisseur superficiel des doigts. Juste avant le poignet, il passe autour du bord latéral du tendon du muscle fléchisseur superficiel des doigts destiné à l'index. Il devient superficiel et chemine entre les tendons du long palmaire et du fléchisseur radial du carpe. Il quitte l'avant-bras et entre dans la main en passant dans le canal carpien sous le retinaculum des fléchisseurs.

La majorité des rameaux destinés aux muscles des compartiments superficiel et intermédiaire de l'avant-bras naissent médialement juste après l'articulation du coude :

- Le plus gros rameau du nerf médian dans l'avant-bras est le **nerf interosseux antérieur**, qui naît entre les deux chefs du rond pronateur, et descend dans l'avant-bras avec l'artère interosseuse antérieure. Il innerve les muscles de la couche profonde (partie latérale du fléchisseur profond des doigts, long fléchisseur du pouce et carré pronateur), et se termine par des rameaux articulaires destinés aux articulations distales de l'avant-bras et du poignet.
- Un petit **rameau palmaire** naît dans la partie distale de l'avant-bras juste en amont du retinaculum des fléchisseurs (fig. 7.89). Il passe superficiellement dans la main et innerve la peau de la base et du centre de la paume. Ce rameau est exclu du syndrome du canal carpien, car il est situé dans la main en avant du retinaculum des fléchisseurs.

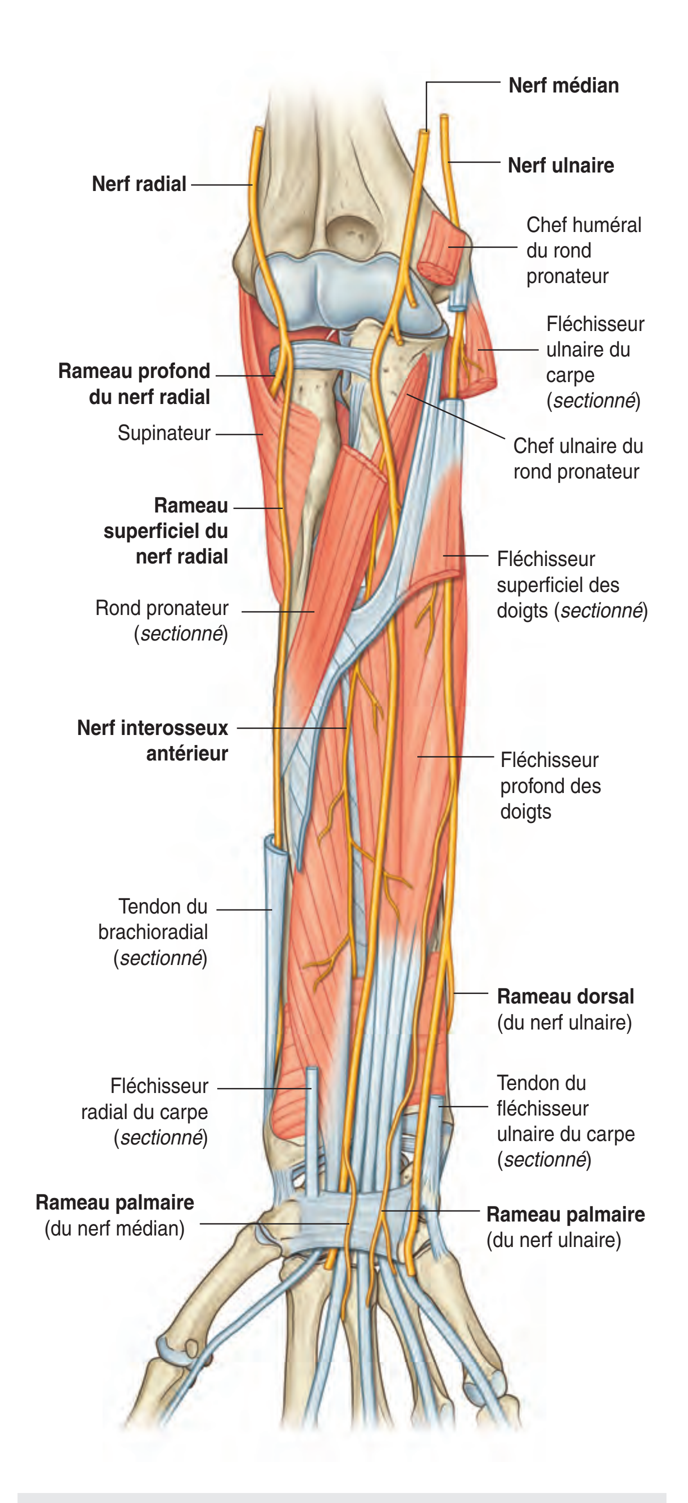


Figure 7.89 Nerfs du compartiment antérieur de l'avant-bras.

Nerf ulnaire

Le nerf ulnaire passe à travers l'avant-bras et continue dans la main, où il donne la majorité de ses rameaux. Dans l'avant-bras, le nerf ulnaire innerve seulement le muscle fléchisseur ulnaire du carpe et la partie médiale du muscle fléchisseur profond des doigts (annulaire et auriculaire) (fig. 7.89).

Le nerf ulnaire entre dans le compartiment antérieur de l'avant-bras en passant en arrière de l'épicondyle médial de l'humérus entre les chefs huméral et ulnaire du muscle fléchisseur ulnaire du carpe. Il descend sur la face médiale de l'avant-bras entre le muscle fléchisseur ulnaire du carpe et le fléchisseur profond des doigts. Au niveau du poignet, le nerf ulnaire est situé au bord latéral du tendon du muscle fléchisseur ulnaire du carpe.

L'artère ulnaire est latérale au nerf dans les deux tiers distaux de l'avant-bras ; artère et nerf entrent ensemble dans la main en passant au-dessus du retinaculum des fléchisseurs latéralement par rapport à l'os pisiforme (fig. 7.89).

Dans l'avant-bras, le nerf ulnaire donne naissance à :

- des **rameaux musculaires** pour le fléchisseur ulnaire du carpe et le fléchisseur profond des doigts juste après l'entrée du nerf ulnaire dans l'avant-bras ;
- deux petits rameaux cutanés – le **rameau palmaire** né à la moitié de l'avant-bras passe dans la main et innerve la peau de la face médiale de la main ; le **rameau dorsal**, plus gros, naît du nerf ulnaire au niveau de la partie distale de l'avant-bras et passe derrière le tendon du muscle fléchisseur ulnaire du carpe. Il innerve la peau de la face postérieure, de l'auriculaire et la moitié de l'annulaire.

Nerf radial

Le nerf radial se divise en deux rameaux terminaux profond et superficiel sous le muscle brachioradial au niveau du bord latéral du pli du coude (fig. 7.89).

- Le **rameau profond** est de façon prédominante moteur et passe entre les deux chefs du muscle supinateur pour atteindre et innerver les muscles du compartiment postérieur de l'avant-bras.
- Le **rameau superficiel** du nerf radial est sensitif. Il descend dans la région antérolatérale de l'avant-bras sous le muscle brachioradial au contact de l'artère radiale. Approximativement aux deux tiers de l'avant-bras, le rameau superficiel du nerf radial passe latéralement et dorsalement autour du bord radial de l'avant-bras sous le tendon du muscle brachioradial. Le nerf continue dans la main et innerve la peau dorsolatérale.

COMPARTIMENT POSTÉRIEUR DE L'AVANT-BRAS

Muscles

Les muscles du compartiment postérieur de l'avant-bras sont disposés en deux couches, profonde et superficielle. Les muscles du compartiment postérieur jouent un rôle dans :

- les mouvements de l'articulation du poignet ;
- l'extension des doigts et du pouce ;
- la supination.

Tous les muscles du compartiment postérieur de l'avant-bras sont innervés par le nerf radial.

Couche superficielle

Les sept muscles de la couche superficielle sont : le brachioradial, le long extenseur radial du carpe, le court extenseur radial du carpe, l'extenseur des doigts, l'extenseur propre de l'auriculaire, l'extenseur ulnaire du carpe et l'anconé (fig. 7.90). Tous ces muscles ont une origine commune sur la crête supraépicondylaire latérale et sur l'épicondyle latéral de l'humérus. À l'exception du brachioradial et de l'anconé, ils ont tous des tendons qui s'étendent jusqu'à la main.

Brachioradial

Le **muscle brachioradial** s'insère sur la partie proximale de la crête supraépicondylaire de l'humérus et descend dans l'avant-bras pour s'insérer sur le bord latéral de l'extrémité distale du radius, juste au-dessus du processus styloïde du radius (fig. 7.90).

En position anatomique, le muscle brachioradial constitue une partie de la masse musculaire antérolatérale de l'avant-bras et forme le bord latéral du pli du coude.

Le fait que le brachioradial soit antérieur au coude en fait un fléchisseur accessoire de cette articulation, même s'il se trouve dans le compartiment postérieur de l'avant-bras. Son action est plus efficace quand l'avant-bras est en mi-pronation ; il forme alors un renflement proéminent quand il travaille contre résistance.

Le nerf radial émerge du compartiment postérieur du bras juste sous le brachioradial dans la partie distale du bras et innerve le brachioradial. Sur le bord latéral du pli du coude, le brachioradial recouvre le nerf radial au niveau de sa division en rameaux superficiel et profond. Dans les régions plus distales, le brachioradial chemine en

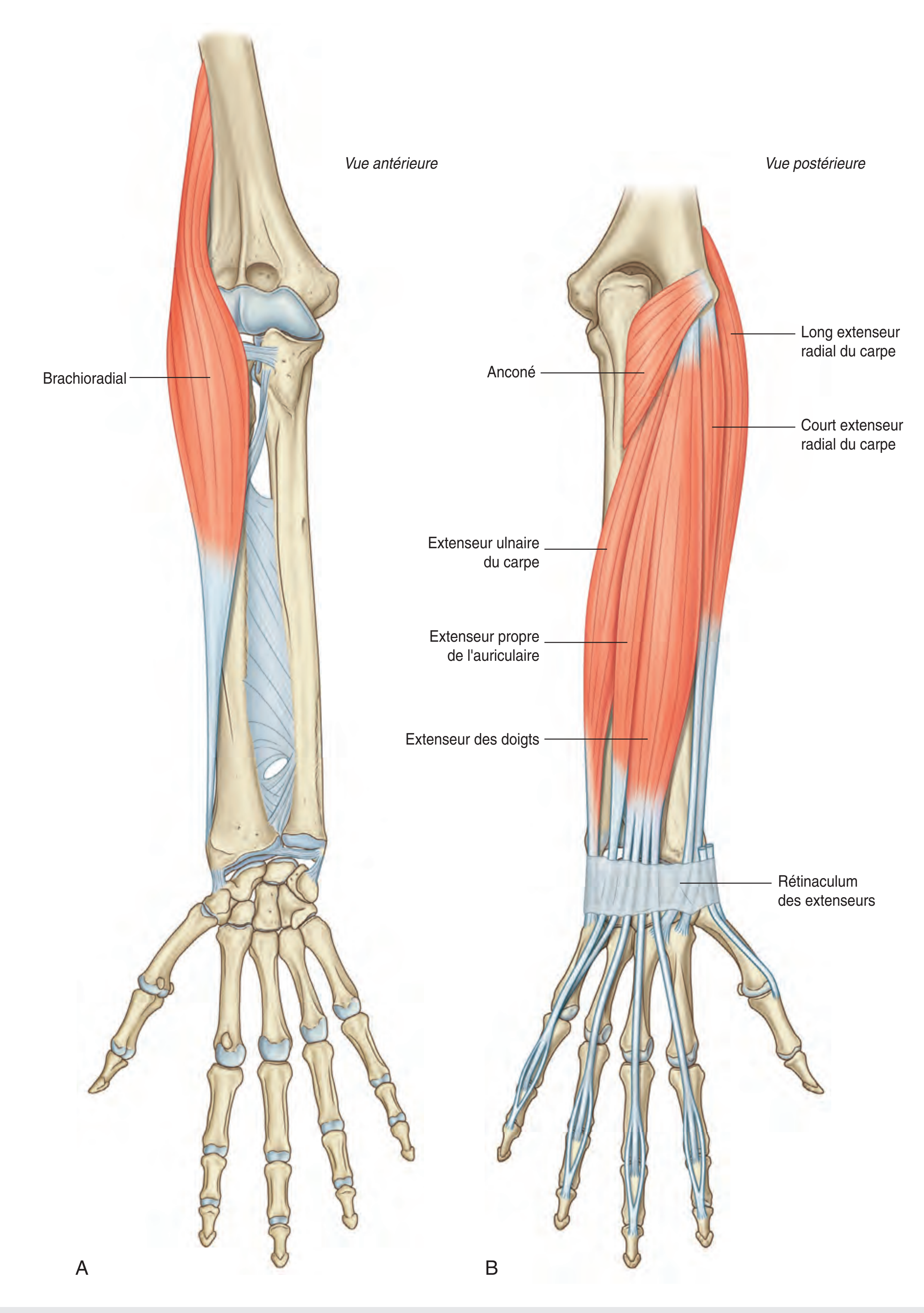


Figure 7.90 Couche superficielle des muscles du compartiment postérieur de l'avant-bras. **A.** Muscle brachioradial (vue antérieure). **B.** Muscles superficiels (vue postérieure).

avant du rameau superficiel du nerf radial et de l'artère radiale (tableau 7.13).

Long extenseur radial du carpe

Le **muscle long extenseur radial du carpe** s'insère sur la partie distale de la crête supraépicondylaire et sur l'épicondyle latéral de l'humérus ; son tendon se termine sur la face dorsale de la base du 2e métacarpien (fig. 7.90). Dans la région proximale, il est situé sous le muscle brachioradial.

Le muscle long extenseur radial du carpe permet l'extension et l'abduction du poignet. Il est innervé par le nerf radial avant sa division en rameaux superficiel et profond (tableau 7.13).

Court extenseur radial du carpe

Le **muscle court extenseur radial du carpe** s'insère sur l'épicondyle latéral de l'humérus, et son tendon se termine sur les faces dorsales voisines des bases des 2e et 3e métacarpiens (fig. 7.90). Dans la majorité de son trajet, le court extenseur radial du carpe est plus profond que le long extenseur radial du carpe.

Le court extenseur radial du carpe étend le poignet et permet son abduction. Il est innervé par le rameau profond du nerf radial avant que le nerf passe entre les deux chefs du muscle supinateur (tableau 7.13).

Extenseur des doigts

Le **muscle extenseur des doigts** est le principal muscle extenseur des quatre doigts longs (index, majeur, annulaire, auriculaire). Il s'insère sur l'épicondyle latéral de l'humérus et donne quatre tendons destinés chacun à un doigt (fig. 7.90).

Sur la face dorsale de la main, les tendons adjacents de l'extenseur des doigts sont solidarisés par des bandelettes fibreuses : les **connexions intertendineuses**. Au niveau des

Tableau 7.13 Muscles de la couche superficielle du compartiment postérieur de l'avant-bras.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Brachioradial	Partie proximale de la crête supraépicondylaire latérale de l'humérus et septum intermusculaire adjacent	Face latérale de l'extrémité distale du radius	Nerf radial (C5, **C6**) avant la division en rameaux superficiel et profond	Fléchisseur accessoire du coude quand l'avant-bras est en pronation moyenne
Long extenseur radial du carpe	Partie distale de la crête supraépicondylaire latérale de l'humérus et septum intermusculaire adjacent	Face dorsale de la base du 2e métacarpien	Nerf radial (**C6**, C7) avant la division en rameaux superficiel et profond	Extension et abduction du poignet
Court extenseur radial du carpe	Épicondyle latéral de l'humérus et septum intermusculaire adjacent	Face dorsale de la base des 2e et 3e métacarpiens	Rameau profond du nerf radial (**C7**, C8) avant de pénétrer dans le muscle supinateur	Extension et abduction du poignet
Extenseur des doigts	Épicondyle latéral de l'humérus, septum intermusculaire adjacent, et fascia profond	Quatre tendons qui s'insèrent via la «sangle des extenseurs» au niveau de la base des phalanges intermédiaires et distales de l'index, du majeur, de l'annulaire et de l'auriculaire	Nerf interosseux postérieur (**C7**, C8)	Extension de l'index du majeur, de l'annulaire et de l'auriculaire ; peut aussi étendre le poignet
Extenseur propre de l'auriculaire	Épicondyle latéral de l'humérus et septum intermusculaire adjacent avec l'extenseur des doigts	Tendon extenseur de l'auriculaire sous la sangle dorsale	Nerf interosseux (**C7**, C8)	Extension de l'auriculaire
Extenseur ulnaire du carpe	Épicondyle latéral de l'humérus et bord postérieur de l'ulna	Tubercule sur le côté médial de la base du 5e métacarpien	Nerf interosseux postérieur (**C7**, C8)	Extension et adduction du poignet
Anconé	Épicondyle latéral de l'humérus	Olécrâne et face proximale postérieure de l'ulna	Nerf radial (**C6, C7, C8**) (via le rameau du chef médial du triceps brachial)	Abduction de l'ulna en pronation ; accessoirement, extenseur du coude

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

doigts, chaque tendon s'insère par l'intermédiaire d'une chape triangulaire aponévrotique (la sangle des extenseurs) à la face dorsale de la base des phalanges intermédiaires et distales.

Le muscle extenseur des doigts est innervé par le nerf interosseux postérieur, qui est la continuité du rameau profond du nerf radial après son émergence du muscle supinateur (tableau 7.13).

Extenseur propre de l'auriculaire

Le **muscle extenseur propre de l'auriculaire** est un extenseur accessoire de l'auriculaire, situé médialement à l'extenseur des doigts dans l'avant-bras (fig. 7.90). Il s'insère sur l'épicondyle latéral de l'humérus et il se termine, sur le tendon de l'extenseur commun des doigts, sous la sangle des extenseurs de l'auriculaire.

L'extenseur propre de l'auriculaire est innervé par le nerf interosseux postérieur (tableau 7.13).

Extenseur ulnaire du carpe

Le **muscle extenseur ulnaire du carpe** est situé médialement par rapport au muscle extenseur propre de l'auriculaire (fig. 7.90). Il s'insère sur l'épicondyle latéral et son tendon se termine sur le bord médial de la base du 5e métacarpien.

L'extenseur ulnaire du carpe étend et attire en adduction le poignet, et il est innervé par le nerf interosseux postérieur (tableau 7.13).

Anconé

Le **muscle anconé**, le plus médial des muscles superficiels, a une forme triangulaire. Il vient de l'épicondyle latéral de l'humérus et a une insertion large qui se prolonge sur la face postérolatérale de l'olécrâne et la face postérieure de l'ulna sous-jacente (voir fig. 7.84).

L'anconé porte en abduction l'ulna pendant la pronation pour maintenir le centre de la paume au-dessus du même point quand la main est tournée. Il peut aussi être considéré comme un extenseur accessoire du coude.

L'anconé est innervé par le rameau du nerf radial qui innerve le chef médial du muscle triceps brachial (tableau 7.13).

Couche profonde

La couche profonde du compartiment postérieur est formée de cinq muscles : le supinateur, le long abducteur du pouce, le court extenseur du pouce, le long extenseur du pouce et l'extenseur propre de l'index (fig. 7.91).

À l'exception du muscle supinateur, tous ces muscles de la couche profonde s'insèrent sur les faces postérieures du radius, de l'ulna et de la membrane interosseuse, et ils vont au pouce et aux doigts.

- Trois de ces muscles – le long abducteur du pouce, le court extenseur du pouce et le long extenseur du pouce – émergent entre l'extenseur des doigts et le court extenseur radial du carpe de la couche superficielle pour passer dans le pouce.
- Deux des trois muscles «émergents» – le long abducteur du pouce et le court extenseur du pouce – forment un renflement musculaire au niveau de la face postérolatérale de l'avant-bras.

Tous ces muscles de la couche profonde sont innervés par le nerf interosseux postérieur, terminaison du rameau profond du nerf radial.

Supinateur

Le **muscle supinateur** a deux chefs, qui s'unissent pour s'insérer sur la partie proximale du radius (fig. 7.91) :

- le chef le plus superficiel (huméral) s'insère en grande partie sur l'épicondyle latéral de l'humérus et sur la région adjacente du ligament annulaire et du ligament collatéral radial du coude ;
- le chef profond (ulnaire) s'insère principalement sur la crête du supinateur à la face postérolatérale de l'ulna.

À partir de leurs insertions d'origine, les deux chefs entourent les faces postérieures et latérales de la tête, du col et de la partie proximale du radius pour se terminer à la face latérale du radius au niveau de la ligne oblique jusqu'à l'insertion du rond pronateur.

Le muscle supinateur permet la supination de la main et de l'avant-bras.

Le rameau profond du nerf radial innerve le muscle supinateur puis rejoint le compartiment postérieur de

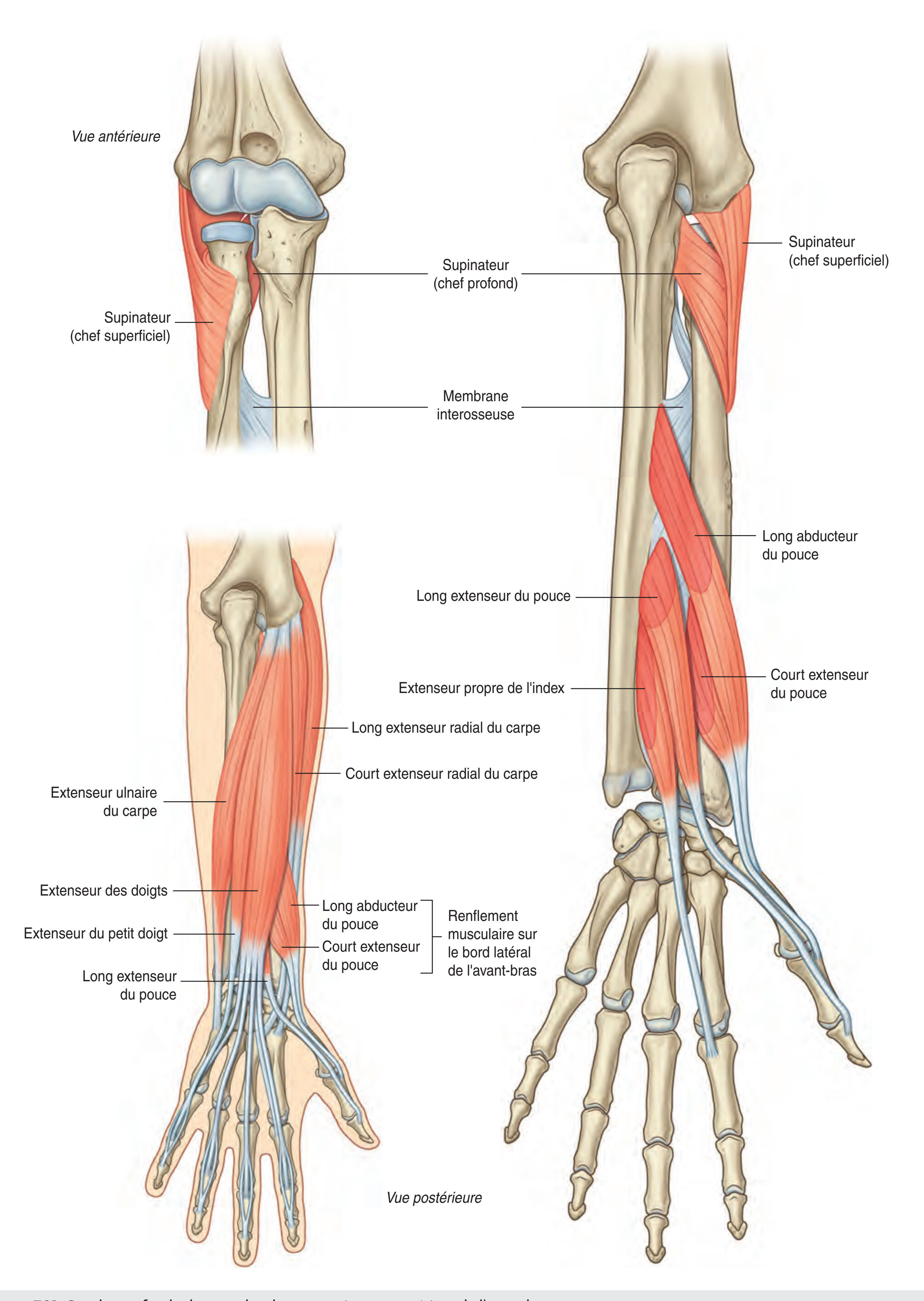


Figure 7.91 Couche profonde des muscles du compartiment postérieur de l'avant-bras.



l'avant-bras en passant entre les deux chefs du muscle (tableau 7.14).

Long abducteur du pouce

Le **muscle long abducteur du pouce** s'insère sur la face postérieure du radius, de l'ulna et sur la membrane interosseuse qui les relie (fig. 7.91). Dans la partie distale de l'avant-bras, il émerge entre les muscles extenseur des doigts et court extenseur radial du carpe, et donne un tendon qui rejoint le pouce où il s'insère sur le bord latéral de la base du 1er métacarpien. Le tendon forme, au niveau de son passage au poignet, le bord latéral de la tabatière anatomique.

La principale fonction du long abducteur du pouce est l'abduction du pouce au niveau de l'articulation entre le 1er métacarpien et l'os trapèze (tableau 7.14).

Court extenseur du pouce

Le **muscle court extenseur du pouce** s'insère au-dessous du long abducteur du pouce à la face postérieure du radius et de la membrane interosseuse (fig. 7.91). Ce muscle et le long abducteur du pouce émergent ensemble entre les muscles extenseur des doigts et court extenseur radial du carpe pour former une zone musculaire proéminente sur la face postérolatérale de l'avant-bras. Le tendon de l'extenseur du pouce atteint le pouce et s'insère sur la face dorsale de la base de la phalange proximale. Au niveau du poignet, le tendon forme le bord latéral de la tabatière anatomique.

Le muscle court extenseur du pouce étend les articulations métacarpophalangiennes et carpométacarpiennes du pouce (tableau 7.14).

Long extenseur du pouce

Le **muscle long extenseur du pouce** s'insère sur la face postérieure de l'ulna et sur la membrane interosseuse adjacente pour atteindre, par un long tendon, la phalange distale du pouce (fig. 7.91). Comme les muscles long abducteur du pouce et court extenseur du pouce, le tendon de ce muscle émerge entre les muscles extenseur des doigts et court extenseur radial du carpe. Cependant, il se distingue des deux autres muscles profonds en passant médialement autour du tubercule dorsal de l'extrémité distale du radius. Au niveau du poignet, le tendon forme le bord médial de la tabatière anatomique.

Le long extenseur du pouce étend toutes les articulations du pouce (tableau 7.14).

Extenseur propre de l'index

Le **muscle extenseur propre de l'index** est un extenseur accessoire de l'index. Il s'insère distalement par rapport au long extenseur du pouce sur la face postérieure de l'ulna et sur la membrane interosseuse adjacente (fig. 7.91). Le tendon passe dans la main et s'insère sur la sangle des extenseurs de l'index avec le tendon de l'extenseur commun des doigts (tableau 7.14).

Tableau 7.14 Muscles de la couche profonde du compartiment postérieur de l'avant-bras.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Supinateur	Chef superficiel : épicondyle latéral de l'humérus, ligament collatéral radial et ligament annulaire ; chef profond : crête du supinateur de l'ulna	Face latérale du radius au-dessus de la ligne oblique antérieure	Nerf interosseux postérieur (**C6**, C7)	Supination
Long abducteur du pouce	Faces postérieures du radius et de l'ulna (au-dessous de l'insertion du supinateur et de l'anconé) et membrane interosseuse qui les relie	Bord latéral de la base du 1er métacarpien	Nerf interosseux postérieur (**C7**, C8)	Abducteur de l'articulation trapézométacarpienne du pouce ; accessoirement, extenseur du pouce
Court extenseur du pouce	Face postérieure du radius (au-dessous de l'insertion du long abducteur du pouce) et membrane interosseuse adjacente	Face dorsale de la base de la phalange proximale du pouce	Nerf interosseux postérieur (**C7**, C8)	Extension de l'articulation métacarpophalangienne du pouce ; peut aussi étendre l'articulation carpo-métacarpienne du pouce
Long extenseur du pouce	Face postérieure de l'ulna (au-dessous de l'insertion du long abducteur du pouce) et membrane interosseuse adjacente	Face dorsale de la base de la phalange distale du pouce	Nerf interosseux postérieur (**C7**, C8)	Extension de l'articulation interphalangienne du pouce ; peut aussi étendre l'articulation métacarpophalangienne du pouce
Extenseur propre de l'index	Face postérieure de l'ulna (au-dessous de l'insertion du long extenseur du pouce) et membrane interosseuse adjacente	Tendon extenseur de l'index sous la sangle dorsale des extenseurs	Nerf interosseux postérieur (**C7**, C8)	Extension de l'index

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Artères et veines

Artères

La vascularisation du compartiment postérieur de l'avant-bras se fait principalement par les branches de l'artère radiale, l'artère interosseuse postérieure et l'artère interosseuse antérieure (fig. 7.92).

Artère interosseuse postérieure

L'artère interosseuse postérieure naît dans le compartiment antérieur de l'avant-bras de la branche interosseuse commune de l'artère ulnaire. Elle passe dorsalement sur le bord proximal de la membrane interosseuse pour rejoindre le compartiment postérieur de l'avant-bras. Elle donne une branche, l'**artère interosseuse récurrente** (voir fig. 7.66B), pour le réseau anastomotique périarticulaire du coude, puis passe entre les muscles supinateur et long abducteur du pouce pour vasculariser les extenseurs superficiels. Après avoir reçu la terminaison de l'artère interosseuse antérieure, à la partie distale de l'avant-bras, elle se prolonge pour participer à l'arcade palmaire dorsale du poignet.

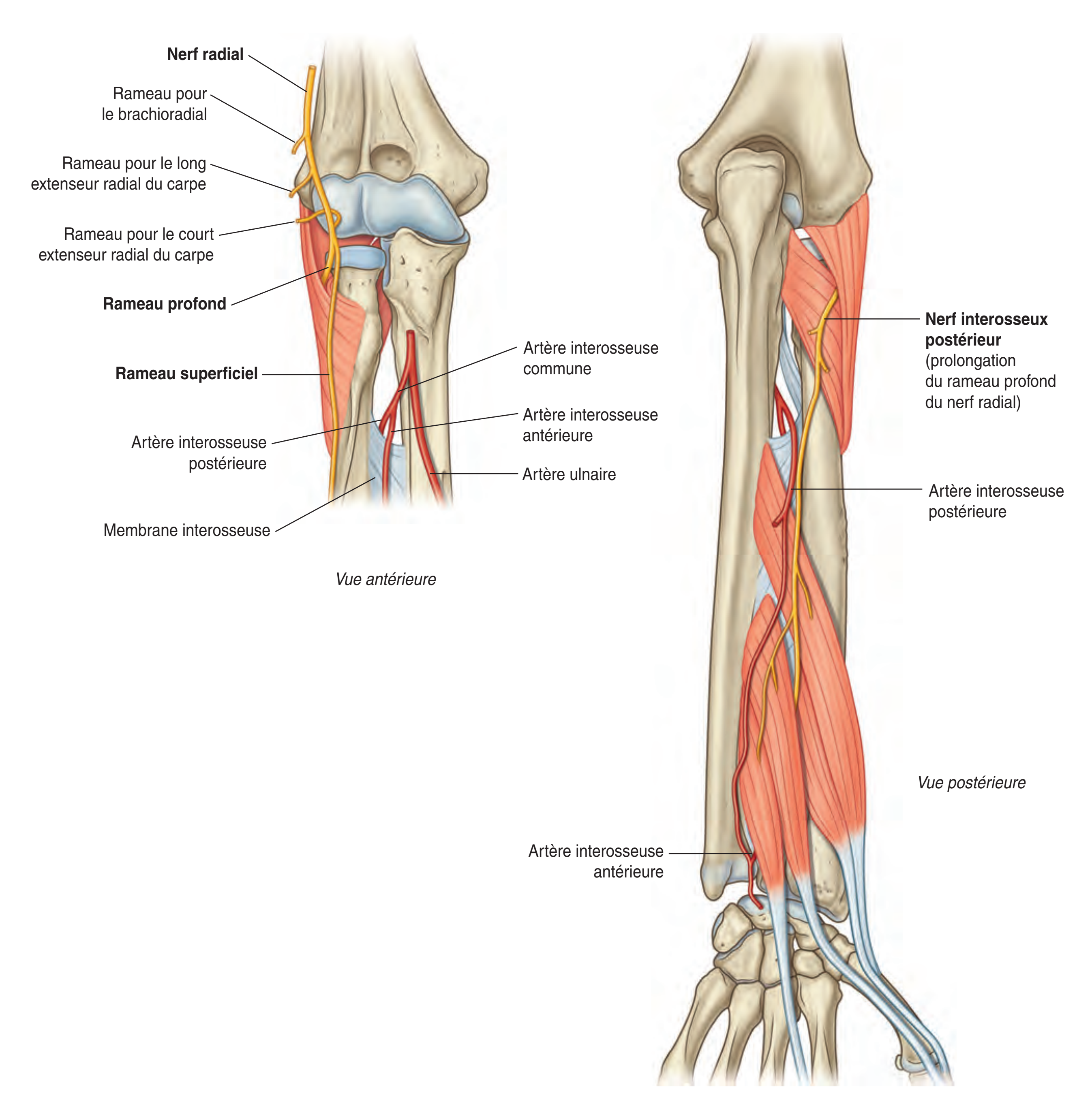


Figure 7.92 Artère interosseuse postérieure et nerf radial dans la loge postérieure de l'avant-bras.

Artère interosseuse antérieure

L'artère interosseuse antérieure est aussi une branche de l'artère interosseuse commune, elle-même branche de l'artère ulnaire. Elle est située dans le compartiment antérieur de l'avant-bras sur la membrane interosseuse. Elle donne un grand nombre de branches perforantes, qui passent à travers la membrane interosseuse pour vasculariser les muscles du compartiment postérieur. La portion terminale de l'artère interosseuse antérieure passe en arrière à travers un orifice du ligament interosseux dans la partie distale de l'avant-bras pour s'unir avec l'artère interosseuse postérieure.

Artère radiale

L'artère radiale a des branches musculaires qui participent à la vascularisation des muscles extenseurs sur le côté radial de l'avant-bras.

Veines

Les veines profondes du compartiment postérieur accompagnent généralement les artères. Elles se drainent dans les veines brachiales satellites de l'artère brachiale dans le pli du coude.

Nerfs

Nerf radial

Le nerf du compartiment postérieur de l'avant-bras est le nerf radial (fig. 7.92). La plupart des muscles sont innervés par le rameau profond du nerf radial sur la paroi latérale du pli du coude sous le muscle brachioradial. Le rameau profond du nerf radial devient le **nerf interosseux postérieur** à son émergence entre les chefs superficiel et profond du muscle supinateur dans le compartiment postérieur de l'avant-bras.

Dans la paroi latérale du pli du coude et avant sa division en **rameaux superficiel** et **profond**, le nerf radial innerve les muscles brachioradial et long extenseur radial du carpe.

Le rameau profond innerve le court extenseur radial du carpe, puis passe entre les deux chefs du muscle supinateur. Il suit ensuite le plan de séparation entre les deux chefs, puis tourne autour de la diaphyse proximale du radius pour rejoindre la partie postérieure de l'avant-bras. Il innerve le muscle supinateur. Au bord inférieur du muscle court supinateur, il devient le nerf interosseux postérieur et chemine entre les muscles des couches profonde et superficielle.

Le nerf interosseux postérieur innerve les muscles du compartiment postérieur et se termine en rameaux articulaires, qui passent profondément sous le long extenseur du pouce pour atteindre le poignet.

MAIN

La main (fig. 7.93) est la région du membre supérieur qui est distale à l'articulation du poignet. Elle se subdivise en trois parties :

- le poignet (carpe) ;
- le métacarpe ;
- les doigts (cinq doigts incluant le pouce).

Les cinq doigts de la main sont formés latéralement par le pouce et, médialement par rapport au pouce, par l'index, le majeur, l'annulaire et l'auriculaire.

En position normale de repos, les doigts sont fléchis. L'index est peu fléchi alors que l'auriculaire est plus fléchi. En position anatomique, les doigts sont étendus.

La main a une face antérieure (la **paume**) et une face postérieure (le **dos de la main**).

L'abduction et l'adduction des doigts sont définies par rapport à un axe passant par le majeur (fig. 7.93). En position anatomique, l'axe long du pouce est tourné de 90° par rapport

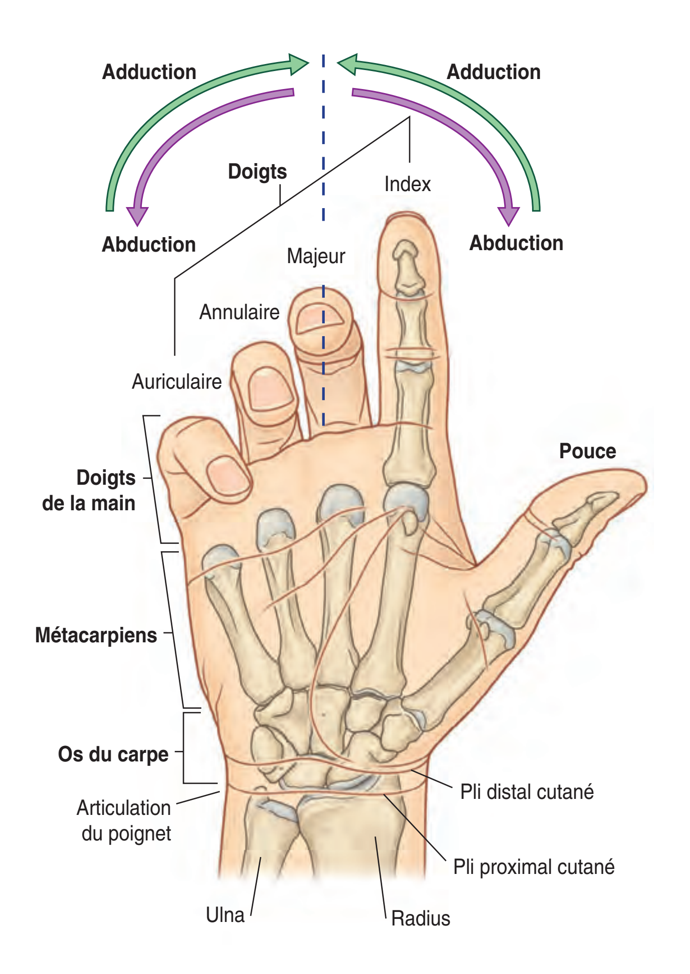


Figure 7.93 Main. Les doigts sont représentés en position de repos, c'est-à-dire fléchis. En position anatomique, les doigts sont allongés et en adduction.

au reste des doigts, permettant à la pulpe du pouce de s'orienter médialement. Par voie de conséquence, les mouvements du pouce sont à angle droit par rapport aux autres doigts de la main.

La main est un outil mécanique et sensoriel. De nombreuses structures anatomiques du membre supérieur sont destinées à permettre le positionnement de la main dans un large espace.

Squelette

Les os sont divisés en trois groupes :

- les huit **os du carpe** sont les os du poignet ;
- les cinq **métacarpiens** sont les os du métacarpe ;
- les **phalanges** sont les os des doigts – le pouce n'en possède que deux, les autres doigts en ont trois (fig. 7.94).

Les os du carpe et les métacarpiens de l'index, du majeur, de l'annulaire et de l'auriculaire forment le squelette osseux de la paume et sont considérés comme une unité fonctionnelle. Le métacarpien du pouce a une fonction indépendante grâce à la mobilité de l'articulation carpométacarpienne qui permet l'opposition du pouce aux autres doigts.

Os du carpe

Les os du carpe du poignet sont organisés en deux rangées, une rangée proximale et une rangée distale, chacune étant formée de quatre os (fig. 7.94).

Rangée proximale

De latéral en médial, et avec une vue antérieure, la rangée proximale est formée par :

- le **scaphoïde**, en forme de bateau ;
- le **lunatum**, qui a une forme de croissant de lune ;
- l'os **triquetrum**, avec trois faces ;
- le **pisiforme** (fig. 7.94).

Le **pisiforme** est un os sésamoïde du tendon fléchisseur ulnaire du carpe qui s'articule avec la face antérieure du **triquetrum**.

Le **scaphoïde** a un **tubercule** proéminent à sa face palmaire latérale qui est dirigée vers l'avant.

Rangée distale

De latéral en médial, la rangée distale est formée par :

- le **trapèze**, avec quatre faces irrégulières ;
- le **trapézoïde**, avec quatre faces ;
- le **capitatum**, qui a une tête ;
- l'**hamatum**, qui a un crochet (ou hamulus) (fig. 7.94).

Le **trapèze** s'articule avec l'os métacarpien du pouce et a un **tubercule** distinct à sa face palmaire qui se projette en avant.

Le plus gros os du carpe est le **capitatum** qui s'articule avec la base du 3e métacarpien.

L'**hamatum**, qui est situé latéralement sous le pisiforme, a un crochet proéminent (**crochet de l'hamatum** ou **hamulus**) à sa face palmaire qui se projette en avant.

Faces articulaires

Les os du carpe ont de nombreuses faces articulaires (fig. 7.94) qui s'articulent toutes entre elles. La rangée distale s'articule avec les métacarpiens des doigts. À l'exception du métacarpe du pouce, les mouvements des os du métacarpe sont limités.

La large face proximale du scaphoïde et celle du lunatum s'articulent avec le radius pour former la plus grande partie de l'articulation du poignet.

Arche carpienne

Les os du carpe ne sont pas dans un plan coronal plat, mais forment une arche, dont la concavité est dirigée vers l'avant (fig. 7.94). Le bord latéral de sa base est formé par les tubercules du scaphoïde et du trapèze. Le bord médial est formé par le pisiforme et le crochet de l'hamatum.

Le retinaculum des fléchisseurs s'attache aux bords médial et latéral de cette arcade, et la transforme en un canal appelé canal carpien. Les parois et le plancher du canal carpien sont formés par les os du carpe.

Métacarpiens

Chaque métacarpien est en relation avec un doigt :

- le 1er métacarpien est en relation avec le pouce ;
- les 2e, 3e, 4e et 5e métacarpiens sont en relation avec respectivement l'index, le majeur, l'annulaire et l'auriculaire (fig. 7.94).

Chaque métacarpien est formé d'une base, d'une diaphyse (corps) et, distalement, d'une tête.

Toutes les bases des métacarpiens s'articulent avec les os du carpe ; de plus, les bases des métacarpiens des doigts s'articulent entre elles.

Toutes les têtes des métacarpiens s'articulent avec les phalanges proximales des doigts. Les têtes forment le relief osseux sur le dos de la main quand les doigts sont fléchis.

Distale
Intermédiaire
Proximale
Phalanges
Distale
Proximale
Métacarpiens
V
IV
III
II
I
Capitatum
Crochet de l'hamatum
Hamatum
Pisiforme
Triquetrum
Lunatum
Os du carpe
Trapézoïde
Tubercule du trapèze
Trapèze
Tubercule du scaphoïde
Scaphoïde
Os du carpe
Articulation du poignet
Ulna
Radius
Pisiforme
Triquetrum
Hamatum
Tubercule du trapèze
Trapèze
Trapézoïde
Capitatum
Arche carpienne
Arche carpienne
A

Figure 7.94 Main et poignet. **A.** Os. Articulation de la main et du poignet.

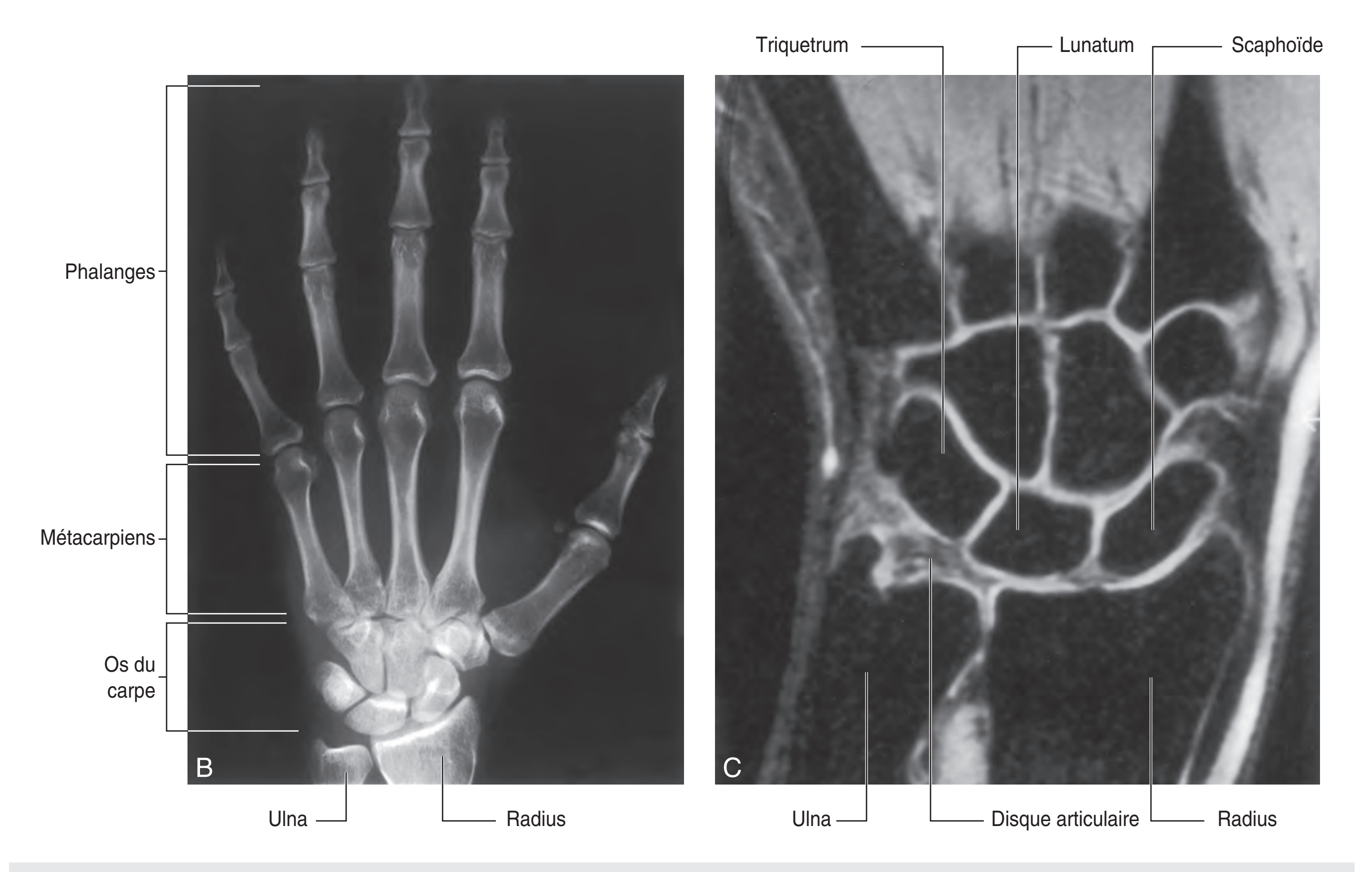


Figure 7.94 Suite. B. Radiographie normale de la main et du poignet (vue de face). **C.** Imagerie par résonance magnétique d'une articulation normale du poignet en coupe coronale.

Phalanges

Les phalanges sont les os des doigts (fig. 7.94) :

- le pouce en a deux – une **phalange proximale** et une **distale** ;
- les autres doigts en ont trois – une **phalange proximale**, une **intermédiaire** et une **distale**.

Chaque phalange a une base, une diaphyse et, distalement, une tête.

La base de chaque phalange proximale s'articule avec la tête du métacarpien situé au-dessous.

La tête de chaque phalange distale est non articulaire mais aplatie et se termine par une tubérosité en forme de croissant, qui se trouve sous la pulpe du doigt.

Articulations

Poignet

L'articulation du poignet est une articulation synoviale entre la partie distale du radius et le disque articulaire (ligament triangulaire), qui masque l'ulna en distal pour son versant proximal, et le scaphoïde, le lunatum et le triquetrum pour le versant distal (fig. 7.94). Ensemble, les faces articulaires forment un ovale au contour convexe, qui s'articule avec les faces concaves correspondantes du radius et du disque articulaire.

L'articulation du poignet permet les mouvements autour de deux axes. La main peut se mettre en abduction et adduction, en flexion et extension au niveau du poignet.

Le processus styloïde radial s'étend plus distalement que le processus styloïde ulnaire, permettant à la main une adduction plus importante que l'abduction.

La capsule des articulations du poignet est renforcée par des ligaments radiocarpien palmaire, ulnocarpien palmaire et radiocarpien dorsal. De plus, les ligaments collatéraux radiaux et ulnaires du poignet se tendent entre les processus styloïdes du radius et de l'ulna et les os du carpe adjacents. Ces ligaments renforcent les bords médial et latéral de l'articulation du poignet, et stabilisent le poignet lors de la flexion et de l'extension.

Articulation du carpe

Les articulations entre les os du carpe sont identiques aux autres cavités articulaires. La capsule articulaire est renforcée par de nombreux ligaments.

Bien que les mouvements des **articulations du carpe** (**articulations intercarpiennes**) soient limités, ils contribuent à positionner la main en abduction, en adduction, en flexion et, particulièrement, en extension.

Articulations carpométacarpiennes

Il y a cinq articulations carpométacarpiennes entre les métacarpiens et la rangée distale des os du carpe (fig. 7.94).

L'articulation en selle, entre le 1[er] métacarpien et le trapèze, permet une grande mobilité du pouce, absente au niveau des autres doigts. Les mouvements, au niveau de cette articulation carpométacarpienne, sont la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction, la rotation et la circumduction.

Les articulations carpométacarpiennes entre les 2[e] à 5[e] métacarpiens et les os du carpe sont beaucoup moins mobiles que l'articulation carpométacarpienne du pouce. Ces articulations permettent seulement des mouvements de glissement. Les mouvements de ces articulations sont minimes et perceptibles seulement au niveau du 4[e] et surtout du 5[e] doigt. On peut observer ces mobilités sur le dos de la main le poing fermé.

Articulations métacarpophalangiennes

Les articulations entre les têtes distales des métacarpiens et la partie proximale des phalanges des doigts sont des articulations condyliennes, qui permettent la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction, la circumduction et des rotations limitées (fig. 7.94). La capsule de chaque articulation est renforcée par un **ligament palmaire** (**plaque palmaire**) et par des **ligaments collatéraux médiaux et latéraux**.

Ligaments métacarpiens transverses profonds

Les trois **ligaments métacarpiens transverses profonds** (fig. 7.95) sont des épaisses bandes de tissu conjonctif qui solidarisent les plaques palmaires des articulations métacarpophalangiennes des 2[e], 3[e], 4[e] et 5[e] doigts entre elles. Ils sont importants car ils solidarisent les têtes des métacarpiens et diminuent les mouvements relatifs de ces os les uns par rapport aux autres. Ces ligaments aident à unifier le squelette de la paume de la main.

Il n'existe pas de ligament métacarpien transverse profond entre la plaque palmaire du pouce et la plaque palmaire de l'index. L'absence de ce ligament et la présence d'une articulation en selle entre le 1[er] métacarpien et le trapèze permettent la mobilité et le mouvement d'opposition du pouce par rapport aux autres doigts de la main.

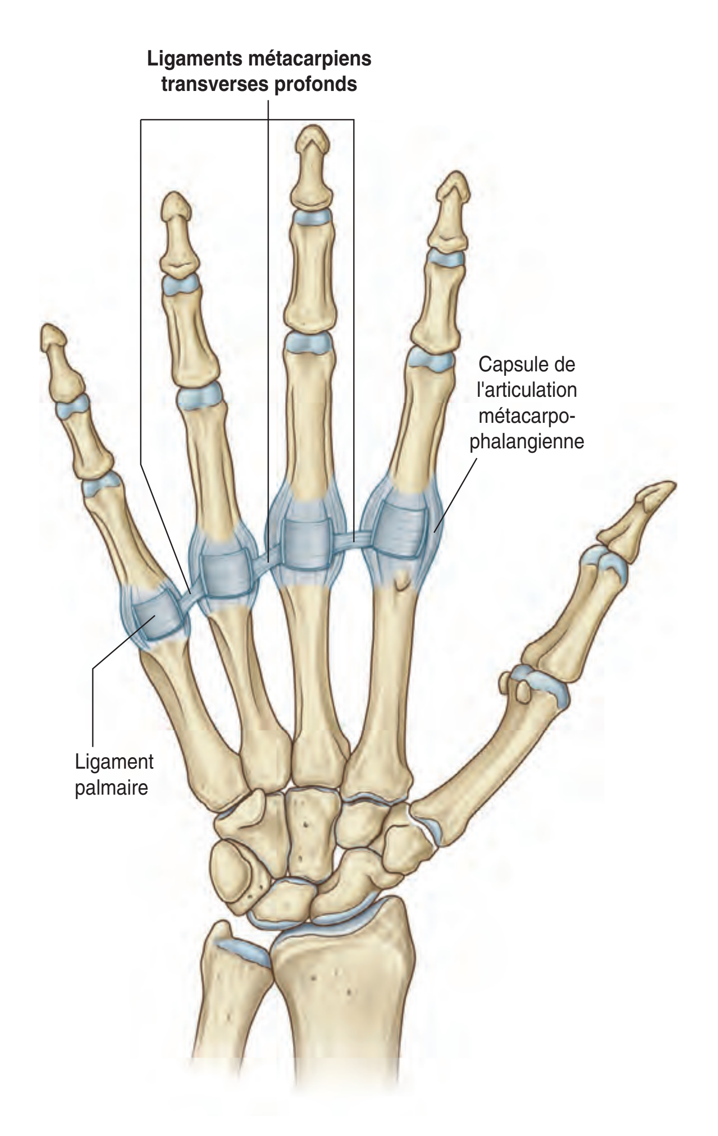


Figure 7.95 Ligaments métacarpiens transverses profonds.

Articulations interphalangiennes de la main

Les **articulations interphalangiennes de la main** sont des articulations charnières qui permettent principalement les mouvements de flexion et d'extension. Elles sont renforcées par des **ligaments collatéraux** médiaux et latéraux et par des **ligaments palmaires**.

En clinique

Fracture du scaphoïde et nécrose avasculaire de la partie proximale du scaphoïde

Une des lésions traumatiques carpiennes les plus fréquentes est la fracture du scaphoïde (fig. 7.96). Les autres traumatismes sont rares. Chez à peu près 10 % des individus, le scaphoïde a une seule artère nourricière issue de l'artère radiale, qui pénètre dans la partie distale de l'os et chemine jusqu'au pôle proximal. Quand une fracture survient au niveau du col du scaphoïde, le pôle proximal peut être privé de tout apport artériel et dévascularisé. Une nécrose avasculaire peut apparaître. Il est impossible de prévoir quel patient a ce type de vascularisation.

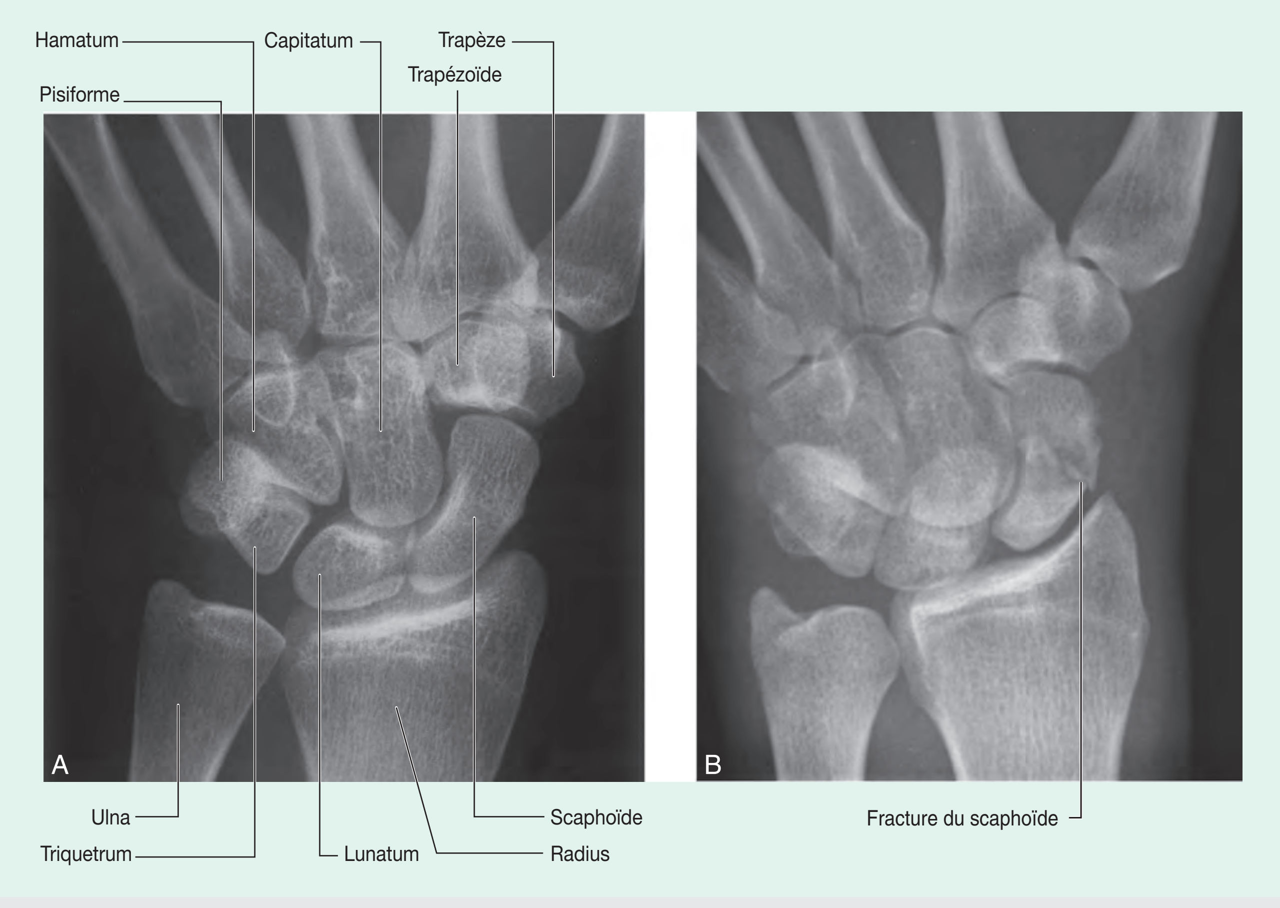


Figure 7.96 Radiographies du poignet (vue de face). **A.** Normale. **B.** Fracture du scaphoïde.

En clinique

Maladie de Kienbock
L'interruption de la vascularisation du lunatum peut conduire à la nécrose avasculaire de l'os, connue sous le nom de maladie de Kienbock (fig. 7.97). Cela peut provoquer douleur et raideur, et l'arthrose à long terme.



Figure 7.97 Radiographie du poignet montrant la sclérose du lunatum due à l'ostéonécrose aseptique (maladie de Kienbock).

Canal carpien et structures au poignet

Le canal carpien est formé au poignet par le sillon formé par les os du carpe et le retinaculum des fléchisseurs (voir fig. 7.94).

Le sillon carpien est limité médialement par le pisiforme et le crochet de l'hamatum, et latéralement par les tubercules du scaphoïde et du trapèze.

Le retinaculum des fléchisseurs est une épaisse bande de tissu conjonctif qui passe en pont sur l'espace entre les bords médial et latéral de l'arche, et transforme le sillon en canal carpien.

Les quatre tendons du fléchisseur profond des doigts, les quatre tendons du fléchisseur superficiel des doigts et le tendon du long fléchisseur du pouce passent à travers ce canal carpien, ainsi que le nerf médian (fig. 7.98).

Le retinaculum des fléchisseurs plaque les tendons contre le plan osseux du poignet et évite qu'ils fassent la corde de l'arc lors de la flexion du poignet.

Les mouvements libres des tendons dans le canal carpien sont facilités par des gaines synoviales qui entourent les tendons. Tous les tendons des fléchisseurs profonds des doigts et tous les tendons des fléchisseurs superficiels des doigts sont entourés par une gaine synoviale commune; une gaine synoviale séparée entoure le tendon du long fléchisseur du pouce. Le nerf médian est situé en avant des tendons dans le canal carpien.

Le tendon du fléchisseur radial du carpe, entouré par une membrane synoviale, passe à travers un compartiment tubulaire séparé, formé par l'insertion latérale du retinaculum des fléchisseurs aux bords du sillon à la face médiale du tubercule du trapèze.

L'artère ulnaire, le nerf ulnaire et le tendon du long palmaire passent dans la main devant le retinaculum des fléchisseurs et, donc, ne passent pas à travers le canal carpien (fig. 7.98). Le tendon du long palmaire n'est pas entouré par une membrane synoviale.

L'artère radiale passe dorsalement autour du bord latéral du poignet et suit la face externe adjacente du scaphoïde.

Les tendons extenseurs, entourés de leur gaine synoviale, passent dans la main sur les faces médiale, latérale et postérieure du poignet en six compartiments délimités par le retinaculum des extenseurs (fig. 7.98) :

- les tendons de l'extenseur des doigts et de l'extenseur propre de l'index se situent dans des compartiments à la face postérieure du poignet et sont entourés de gaines synoviales ;
- les tendons de l'extenseur ulnaire du carpe et de l'extenseur de l'auriculaire ont des compartiments et des gaines synoviales séparés sur le bord médial du poignet ;
- les tendons du long abducteur du pouce, du court extenseur du pouce, du long extenseur radial du carpe, du court extenseur radial du carpe et du long extenseur du pouce passent à travers trois compartiments au bord latéral du poignet.

En clinique

Artère médiane

Une grande artère médiane est une variation anatomique rencontrée chez certains individus, caractérisée par la persistance d'une artère le long du nerf médian dans un ou deux avant-bras et dans le canal carpien. Ces personnes sont à risque de saignement important lors de plaies profondes du poignet.

En clinique

Syndrome du canal carpien

Le syndrome du canal carpien est un syndrome de compression du nerf médian résultant d'une augmentation de la pression dans le canal carpien. L'étiologie de cette compression est souvent obscure, mais il semble que les lésions du nerf médian résultent soit d'une hyperutilisation, soit d'une hypertrophie des tendons et de leur gaine synoviale (notamment dans l'arthrite rhumatoïde), soit de la présence de kystes synoviaux venant des articulations du carpe. L'augmentation de la pression dans le canal carpien peut être liée à une congestion veineuse qui provoque un œdème du nerf et une anoxie qui endommage l'endothélium des capillaires du nerf médian.

Typiquement, les patients décrivent des douleurs et des sensations de piqûre d'aiguille dans le territoire sensitif du nerf médian à la main. Une perte de force, une diminution de la sensibilité et une réduction de la masse musculaire au niveau des muscles de l'éminence thénar peuvent aussi être observées. Une percussion douce au niveau du nerf médian (dans la région du retinaculum des fléchisseurs) peut reproduire ces symptômes (signe de Tinel).

Le traitement initial consiste à réduire l'inflammation et à diminuer les mouvements répétitifs qui produisent ces symptômes. Si ce traitement s'avère inefficace, il faut réaliser une étude de la conduction nerveuse pour confirmer le syndrome canalaire, et envisager une décompression chirurgicale par section du retinaculum des fléchisseurs.

Figure 7.98 Canal carpien. **A.** Structures et rapports. **B.** Imagerie par résonance magnétique d'un poignet normal en coupe axiale. **C.** Imagerie par résonance magnétique d'un poignet normal en coupe coronale.

Aponévrose palmaire

L'**aponévrose palmaire** est une condensation de forme triangulaire du fascia profond qui recouvre la surface de la paume et est ancrée à la peau des régions distales (fig. 7.99).

L'apex du triangle est en continuité avec le tendon du long palmaire quand celui-ci est présent ; dans les autres cas, il est fixé au retinaculum des fléchisseurs. À partir de ce point, les fibres se poursuivent jusqu'à la base des doigts vers l'index, le majeur, l'annulaire et l'auriculaire. Les fibres s'étendent moins sur le pouce.

Des fibres transversales croisent les fibres longitudinales qui se prolongent vers les doigts.

Les vaisseaux, les nerfs et les tendons des longs fléchisseurs cheminent sous l'aponévrose palmaire dans la paume.

En clinique

Maladie de Dupuytren

Le fascia palmaire peut devenir anormalement épais chez certaines personnes, ce qui provoque la rétraction progressive des doigts en flexion. Cela provoque un déficit de la dextérité et de la fonction, et conduit dans les cas graves à une résection chirurgicale du tissu pathologique.

Court palmaire

Le **muscle court palmaire** est un petit muscle intrinsèque de la main, de forme quadrangulaire. Il est sous-cutané et recouvre les muscles hypothénariens, l'artère ulnaire et le rameau superficiel du nerf ulnaire sur le bord médial de la paume (fig. 7.99). Il s'insère sur l'aponévrose palmaire et sur le retinaculum des fléchisseurs, et se termine dans le derme de la peau du bord médial de la main.

Le court palmaire approfondit la paume de la main en tirant la peau vers l'éminence hypothénar.

Le court palmaire est innervé par le rameau superficiel du nerf ulnaire.

Tabatière anatomique

La « tabatière anatomique » est le terme donné à la dépression triangulaire, formée à la face postérolatérale du poignet et au 1[er] métacarpien, par les tendons extenseurs destinés au pouce (fig. 7.100). Historiquement, la poudre de tabac était placée dans cette dépression avant d'être aspirée par le nez. La base du triangle se trouve au niveau du poignet, et l'apex de celui-ci se trouve au niveau du pouce. La tabatière est plus visible quand le pouce est en extension et abduction :

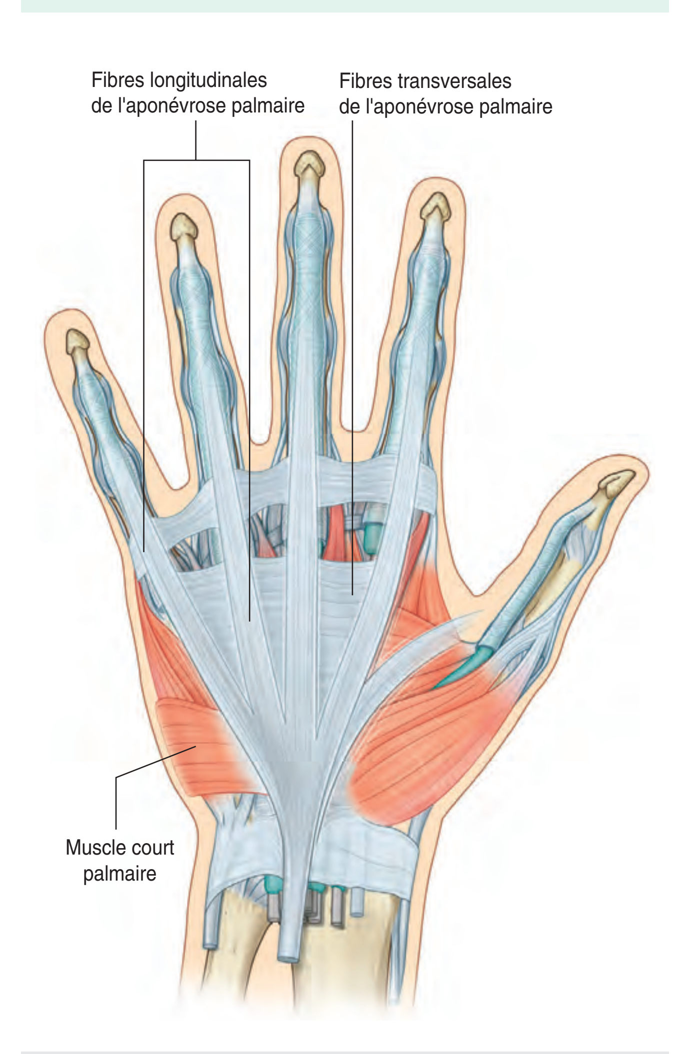


Figure 7.99 Aponévrose palmaire (vue antérieure).

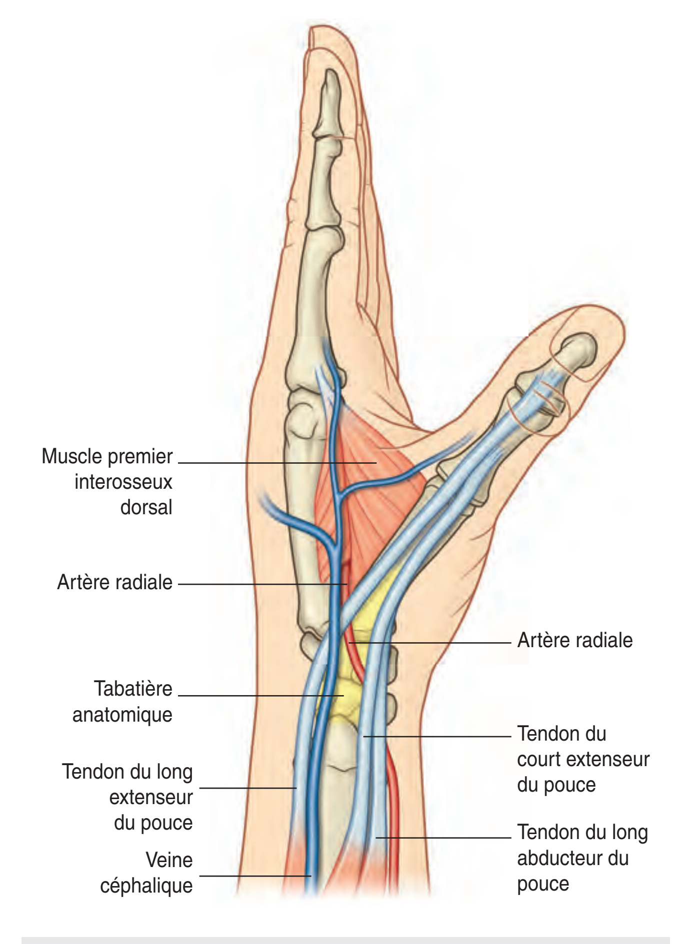


Figure 7.100 Tabatière anatomique.

- le bord latéral est formé par les tendons du long abducteur du pouce et du court extenseur du pouce ;
- le bord médial est formé par le tendon du long extenseur du pouce ;
- le plancher est formé par le scaphoïde et le trapèze ainsi que l'extrémité distale des tendons du long extenseur radial du carpe et du court extenseur radial du carpe.

L'artère radiale passe obliquement à travers la tabatière anatomique, sous les tendons extenseurs du pouce, et repose sur le scaphoïde et le trapèze.

La partie terminale du rameau superficiel du nerf radial passe en sous-cutané au-dessus de la tabatière anatomique, de même que l'origine de la veine céphalique issue de l'arcade veineuse dorsale de la main.

En clinique

Tabatière anatomique

La tabatière anatomique est une importante région clinique. Quand la main est en déviation ulnaire, le scaphoïde devient palpable dans la tabatière anatomique. Cette position permet au clinicien de palper l'os pour déceler une fracture. Le pouls de l'artère radiale peut aussi être palpé dans la tabatière anatomique.

Gaines digitales fibreuses

Après leur sortie du canal carpien, les tendons des fléchisseurs superficiel et profond des doigts traversent la paume, et entrent dans des gaines fibreuses sur la face palmaire des doigts (fig. 7.101). Ces gaines fibreuses :

Figure 7.101 Gaines fibreuses des doigts et gaines synoviales de la main.

- commencent proximalement, devant les articulations métacarpophalangiennes, et s'étendent jusqu'à la partie distale des phalanges ;
- sont formées de fibres arciformes et cruciformes, qui s'attachent en arrière au bord des phalanges et sur les ligaments palmaires au niveau des articulations métacarpophalangiennes et interphalangiennes ;
- maintiennent les tendons contre le plan osseux et leur évitent de faire la corde de l'arc lors de la flexion.

À l'intérieur de chaque canal, les tendons sont entourés d'une gaine synoviale. Les gaines synoviales du pouce et de l'auriculaire sont en continuité avec les gaines synoviales traversant le canal carpien (voir fig. 7.101).

Sangle des extenseurs

Les tendons des muscles extenseurs des doigts et du pouce cheminent à la face dorsale des doigts. Sur la face dorsale de la première phalange, les tendons extenseurs participent à une formation complexe appelée « **sangle des extenseurs** » (fig. 7.103A). Les tendons de l'extenseur propre de l'index, l'extenseur propre de l'auriculaire et du court extenseur du pouce rejoignent cette sangle dorsale.

La sangle des extenseurs a une forme triangulaire :

- elle comporte un sommet distal, qui rejoint l'insertion distale du tendon à la dernière phalange ;
- elle comprend aussi une partie centrale, qui est attachée à la phalange intermédiaire des 2e, 3e, 4e et 5e doigts et à la phalange proximale pour le pouce ;
- chaque angle de la base triangulaire entoure les faces latérales des articulations métacarpophalangiennes de l'index, du majeur, de l'annulaire et de l'auriculaire. Les angles de la sangle sont amarrés surtout aux ligaments transverses métacarpiens. Au niveau du pouce, la sangle enveloppe l'articulation métacarpophalangienne.

De plus, les muscles intrinsèques de la main s'insèrent au bord libre de la sangle sur chaque côté du doigt. Par leurs insertions à la sangle des tendons extenseurs, les muscles intrinsèques permettent l'exécution de mouvements complexes des doigts qui ne pourraient être accomplis par les seuls tendons longs des muscles extrinsèques.

Au niveau de l'index, du majeur, de l'annulaire et de l'auriculaire, les muscles interosseux et lombricaux et les muscles abducteurs de l'auriculaire s'ancrent à la sangle des extenseurs. Au niveau du pouce, l'adducteur du pouce et le court abducteur du pouce ont une expansion fixée à la sangle du tendon extenseur.

En clinique

Syndrome de De Quervain

Le syndrome de De Quervain est un désordre inflammatoire qui siège dans le premier compartiment des extenseurs et concerne le tendon du court extenseur du pouce et le tendon du long abducteur du pouce et leur gaine commune (fig. 7.102). Les patients présentent typiquement une douleur intense du poignet gênant la flexion/extension et l'abduction du pouce. La cause de ces troubles est souvent une surutilisation. Par exemple, le syndrome est commun chez des jeunes mères qui sont constamment en train de soulever de jeunes enfants. Les autres causes incluent les pathologies inflammatoires comme la polyarthrite rhumatoïde.

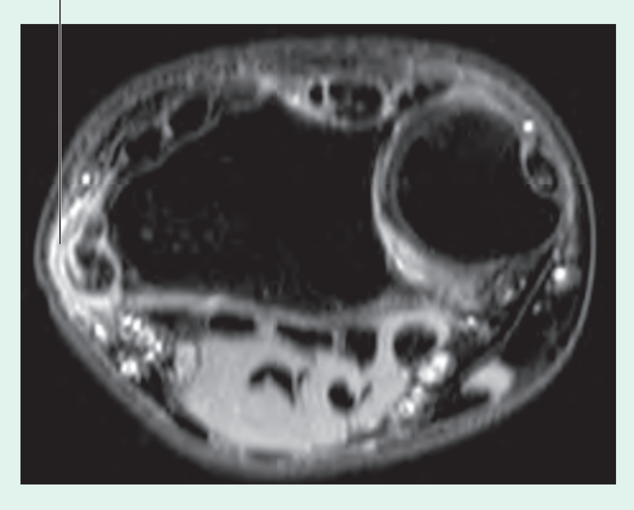


Figure 7.102 IRM du poignet montrant le liquide et l'inflammation du premier compartiment des extenseurs, en rapport avec la ténosynovite de De Quervain.

En clinique

Ténosynovite

La ténosynovite est une inflammation du tendon et de sa gaine. La cause peut être une surutilisation ; cependant, elle peut être associée à d'autres pathologies comme la polyarthrite rhumatoïde et des maladies du tissu conjonctif. Si l'inflammation s'aggrave et qu'une fibrose s'installe, le tendon ne peut plus glisser dans la gaine tendineuse, et typiquement présente un ressaut ou nécessite une force importante pour l'extension et la flexion des doigts, produisant le phénomène d'« accrochage ».

En clinique

Doigt à ressaut

Le doigt à ressaut est une affection fréquente de l'adolescence et de l'âge adulte et est typiquement caractérisée par un accrochage ou occasionnellement par un blocage d'un ou plusieurs tendons fléchisseurs dans la paume de la main. Le doigt à ressaut peut être associé à une impotence fonctionnelle et à des douleurs. Les blocages sont souvent associés à une fibrose et à un épaississement de la gaine des tendons fléchisseurs au niveau de l'articulation métacarpophalangienne.

Tendon de l'extenseur des doigts

Muscle interosseux dorsal

Sangle des extenseurs

Ligament métacarpien transverse profond

Tendon du fléchisseur profond des doigts

Ligament palmaire

Muscle lombrical

A

Interligne de l'articulation métacarpophalangienne

Interlignes des articulations interphalangiennes

Flexion de l'articulation métacarpophalangienne

Extension des articulations interphalangiennes

Contraction des muscles intrinsèques (lombricaux et interosseux)

B

Fléchie

Étendue

Passage en position d'extension

C

Figure 7.103 Sangle des extenseurs. **A** et **B.** Troisième doigt, main gauche. **C.** Rôle de la sangle des extenseurs et des muscles intrinsèques.

Les petits muscles intrinsèques (interosseux, lombricaux) de la main, reliés à la sangle des extenseurs au-delà de l'articulation métacarpophalangienne, par leur contraction entraînent la flexion de cette articulation (fig. 7.103B) et, simultanément, assurent une mise en tension du tendon long extenseur et l'extension des dernières articulations interphalangiennes.

La possibilité de fléchir l'articulation métacarpophalangienne et, en même temps, d'étendre les articulations interphalangiennes est propre aux muscles intrinsèques de la main par l'intermédiaire de la sangle des extenseurs (fig. 7.103C).

Muscles

Les muscles intrinsèques jouent un rôle essentiel dans l'indépendance fonctionnelle des doigts. Les muscles intrinsèques de la main sont le court palmaire (voir plus haut ; fig. 7.99), les interosseux, l'adducteur du pouce, les thénariens, les hypothénariens et les muscles lombricaux (fig. 7.104 à 7.108). À l'inverse des muscles extrinsèques qui sont originaires de l'avant-bras et s'insèrent sur la main et dont la fonction est essentiellement la prise de force, les muscles intrinsèques, situés entièrement dans la main, assurent l'exécution des mouvements précis des doigts et du pouce.

Tous les muscles intrinsèques de la main sont innervés par le rameau profond du nerf ulnaire, à l'exception des trois muscles thénariens et des deux lombricaux latéraux, qui sont innervés par le nerf médian. Les muscles intrinsèques sont, de manière prédominante, innervés par le segment spinal T1 avec une contribution de C8.

Les muscles interosseux sont localisés entre les métacarpiens où ils s'insèrent (fig. 7.104 et fig. 7.105). Ils se fixent au niveau des phalanges proximales de chaque doigt et à la sangle des extenseurs. Ils sont divisés en deux groupes, les interosseux dorsaux et les interosseux palmaires. Tous les interosseux sont innervés par le rameau profond du nerf ulnaire. Ensemble, les interosseux réalisent l'abduction et l'adduction des doigts, et contribuent aux mouvements complexes de flexion et d'extension grâce à la sangle des extenseurs (ou dossière des interosseux).

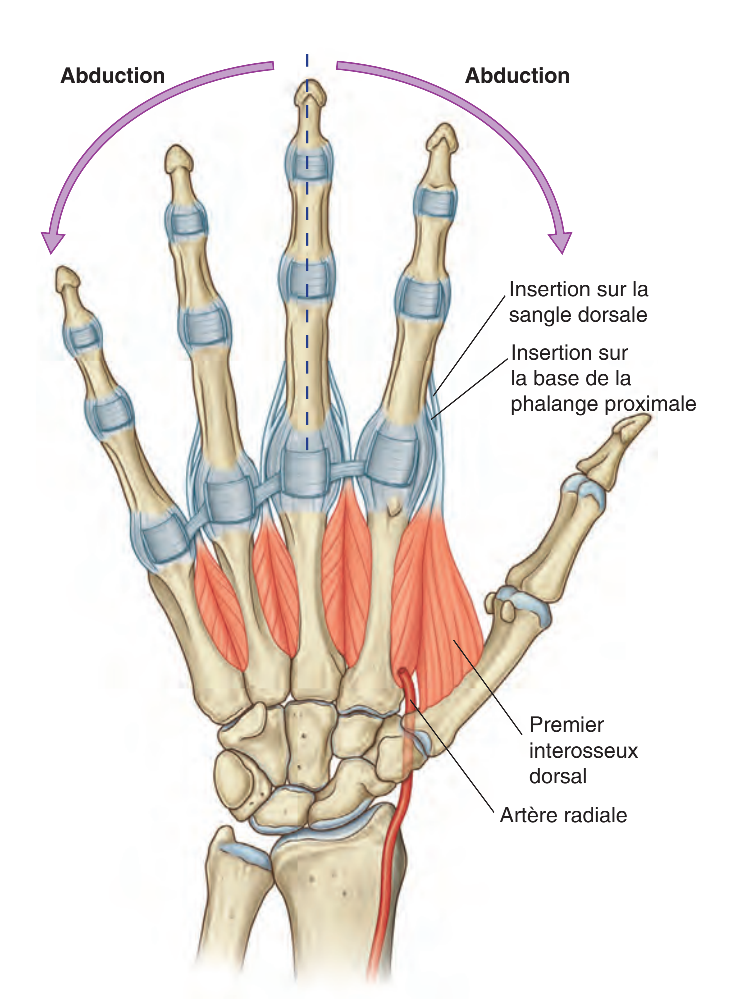


Figure 7.104 Interosseux dorsal (vue palmaire).

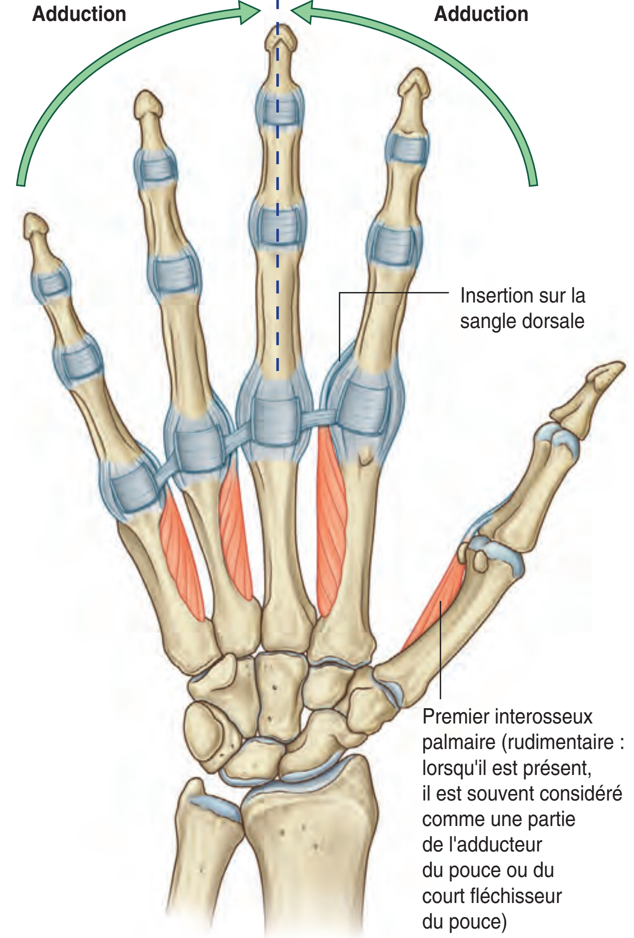


Figure 7.105 Interosseux palmaire (vue palmaire).

Chef transverse de l'adducteur du pouce

Artère radiale
(arcade palmaire profonde)

Os sésamoïde

Chef oblique de l'adducteur
du pouce

Figure 7.106 Adducteur du pouce.

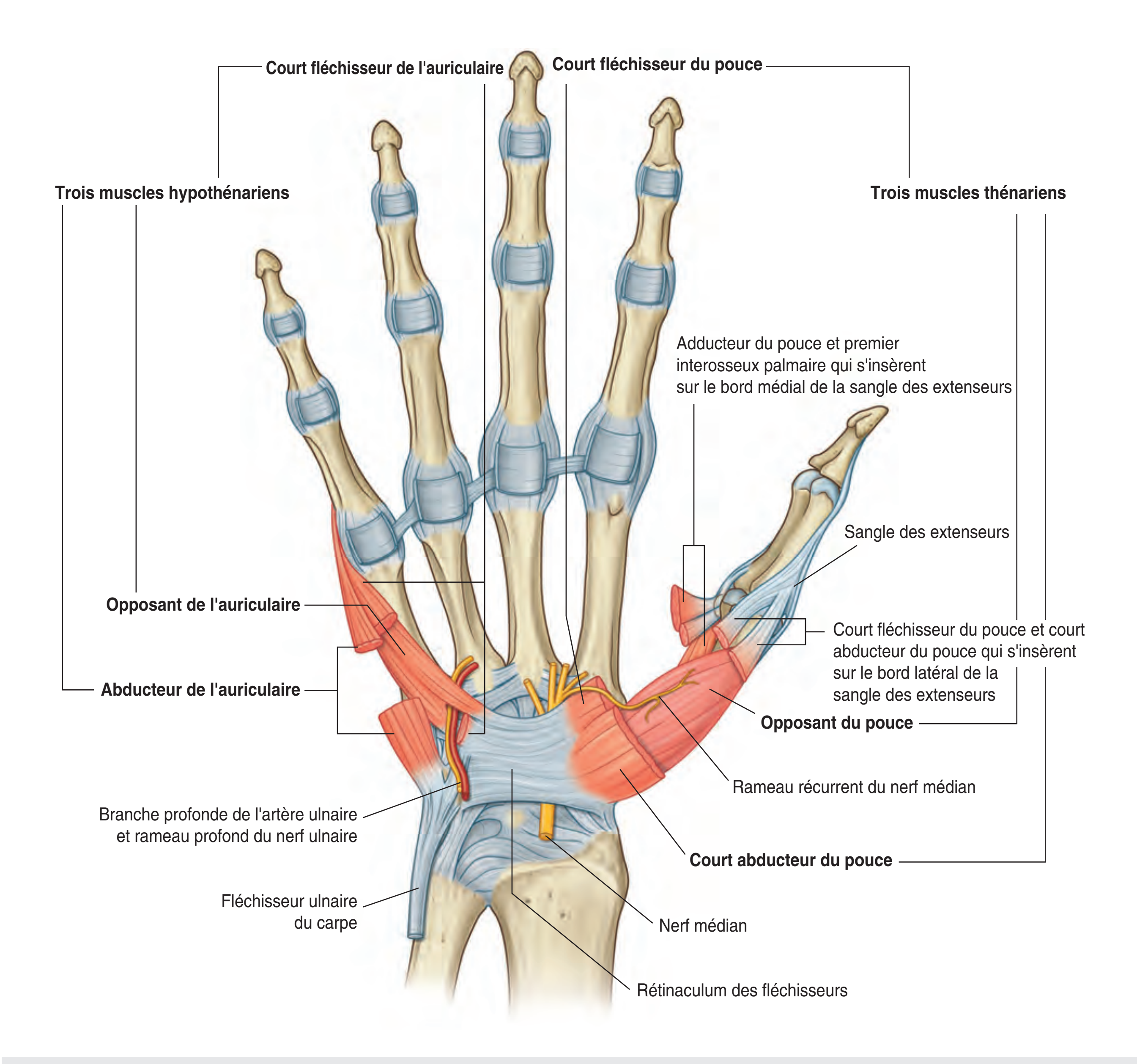


Figure 7.107 Muscles thénariens et hypothénariens.



Ligaments métacarpiens transverses profonds

Fixation à la sangle dorsale des extenseurs

Premier et deuxième lombricaux (un chef)

Tendon du fléchisseur superficiel des doigts (*sectionné*)

Tendon du fléchisseur profond des doigts

Troisième et quatrième lombricaux (deux chefs)

Tendon du long fléchisseur du pouce

Rétinaculum des fléchisseurs

Figure 7.108 Muscles lombricaux.

Interosseux dorsaux

Les **interosseux dorsaux** sont les muscles les plus postérieurs des muscles intrinsèques et peuvent être palpés sur la face dorsale de la main (fig. 7.104). Il existe quatre muscles interosseux dorsaux bipennés, formés chacun de deux chefs qui s'insèrent sur les diaphyses des métacarpiens voisins (fig. 7.104). Chaque muscle se termine sur la base de la phalange proximale et sur la sangle des extenseurs du même doigt.

Les tendons des interosseux dorsaux passent en arrière des ligaments métacarpiens transverses profonds :

- le muscle premier interosseux dorsal est plus volumineux et s'insère sur le bord latéral de l'index ;
- le deuxième et le troisième interosseux dorsaux s'insèrent respectivement sur les bords médial et latéral du majeur ;
- le quatrième interosseux dorsal s'insère sur le bord médial de l'annulaire.

En plus de leurs rôles de fléchisseur de la première phalange et d'extenseur des deux autres par la sangle des extenseurs, les interosseux dorsaux sont des abducteurs importants de l'index, du majeur et de l'annulaire, au niveau de l'articulation métacarpophalangienne (tableau 7.15).

Le majeur peut se porter en abduction médialement ou latéralement par rapport à l'axe longitudinal passant par le majeur grâce à l'insertion des interosseux dorsaux de chaque côté du doigt.

Tableau 7.15 Muscles intrinsèques de la main.

Muscles	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Court palmaire	Aponévrose palmaire et retinaculum des fléchisseurs	Derme de la peau du bord médial de la main	Rameau superficiel du nerf ulnaire (C8, **T1**)	Augmente le serrage
Interosseux dorsaux (quatre muscles)	Bords adjacents des métacarpiens	Sangle des extenseurs et base de la phalange proximale de l'index, du majeur et de l'annulaire	Rameau profond du nerf ulnaire (C8, **T1**)	Abduction de l'index, du majeur et de l'annulaire au niveau des articulations métacarpophalangiennes
Interosseux palmaires (quatre muscles)	Bords des métacarpiens	Sangle des extenseurs du pouce, de l'index, de l'annulaire et de l'auriculaire, et phalange proximale du pouce	Rameau profond du nerf ulnaire (C8, **T1**)	Adduction du pouce, de l'index, de l'annulaire et de l'auriculaire au niveau des articulations métacarpophalangiennes
Adducteur du pouce	Chef transverse : 3e métacarpien ; chef oblique : capitatum et bases des 2e et 3e métacarpiens	Base de la phalange proximale et sangle des extenseurs	Rameau profond du nerf ulnaire (C8, **T1**)	Adduction du pouce
Lombricaux (quatre muscles)	Tendons des fléchisseurs digitaux profonds	Sangle des extenseurs de l'index, de l'annulaire, du majeur et de l'auriculaire	Deux rameaux médiaux issus du rameau profond du nerf ulnaire ; deux rameaux latéraux issus du rameau profond du nerf médian	Fléchisseurs au niveau des articulations métacarpophalangiennes et extenseurs des articulations interphalangiennes
MUSCLES THÉNARIENS				
Opposant du pouce	Tubercule du trapèze et retinaculum des fléchisseurs	Bord latéral et face adjacente palmaire du 1er métacarpien	Rameau récurrent du nerf médian (C8, **T1**)	Rotateur médial du pouce
Court abducteur du pouce	Tubercules du scaphoïde et du trapèze et retinaculum des fléchisseurs adjacent	Phalange proximale et sangle des extenseurs du pouce	Rameau récurrent du nerf médian (C8, **T1**)	Abducteur du pouce au niveau de l'articulation métacarpophalangienne
Court fléchisseur du pouce	Tubercule du trapèze et retinaculum des fléchisseurs	Phalange proximale du pouce	Rameau récurrent du nerf médian (C8, **T1**)	Fléchisseur du pouce au niveau de l'articulation métacarpophalangienne
MUSCLES HYPOTHÉNARIENS				
Opposant de l'auriculaire	Crochet de l'hamatum et retinaculum des fléchisseurs	Bord médial du 5e métacarpien	Rameau profond du nerf ulnaire (C8, **T1**)	Rotateur latéral du 5e métacarpien
Court abducteur de l'auriculaire	Pisiforme, ligament pisohamatal et tendon du fléchisseur ulnaire du carpe	Phalange proximale de l'auriculaire	Rameau profond du nerf ulnaire (C8, **T1**)	Abducteur de l'auriculaire au niveau de l'articulation métacarpophalangienne
Court fléchisseur de l'auriculaire	Crochet de l'hamatum et retinaculum des fléchisseurs	Phalange proximale de l'auriculaire	Rameau profond du nerf ulnaire (C8, **T1**)	Fléchisseur de l'auriculaire au niveau de l'articulation métacarpophalangienne

Les segments spinaux en gras indiquent les principaux segments médullaires d'innervation motrice.

Le pouce et l'auriculaire ont leurs propres abducteurs parmi les muscles thénariens et hypothénariens et n'ont pas de muscles interosseux dorsaux.

L'artère radiale passe entre les deux chefs du muscle premier interosseux dorsal au niveau de la tabatière anatomique sur le bord dorsolatéral du poignet, puis plonge profondément dans la paume.

Interosseux palmaires

Les trois (ou quatre) **interosseux palmaires**, antérieurs aux interosseux dorsaux, sont des muscles formés d'un seul chef originaire du métacarpien du doigt avec lequel chacun d'entre eux est associé (fig. 7.105).

Le premier interosseux palmaire est rudimentaire et souvent considéré comme une partie de l'adducteur du pouce ou du court fléchisseur du pouce. Lorsqu'il est présent, il naît du bord médial de la face palmaire du 1er métacarpien et s'insère sur la base de la phalange proximale du pouce et sur la sangle des extenseurs. Un os sésamoïde se trouve souvent dans le tendon à la base de la phalange.

Le deuxième interosseux palmaire naît du bord médial de la face palmaire du 2e métacarpien et s'insère sur le bord médial de la sangle dorsale de l'index.

Les troisième et quatrième interosseux palmaires naissent des faces latérales des 4e et 5e métacarpiens et s'insèrent sur le bord latéral de la sangle des extenseurs.

Comme les tendons des interosseux dorsaux, les tendons des interosseux palmaires passent en arrière des ligaments métacarpiens transverses.

Les interosseux palmaires permettent l'adduction du pouce, de l'index, de l'annulaire et de l'auriculaire, en considérant l'axe passant par le majeur. Les mouvements se font au niveau de l'articulation métacarpophalangienne. Les muscles peuvent aussi produire des mouvements complexes de flexion et d'extension grâce à leurs insertions sur la sangle dorsale des extenseurs (tableau 7.15).

Adducteur du pouce

L'**adducteur du pouce** est un gros muscle triangulaire en avant du plan interosseux. Il croise la paume (fig. 7.106) et est formé de deux chefs :

- un **chef transverse**, qui s'insère sur le bord antérieur de la diaphyse du 3e métacarpien ;
- un **chef oblique**, qui s'insère sur le capitatum et la base des 2e et 3e métacarpiens adjacents.

Les deux chefs convergent latéralement pour former un tendon contenant souvent un os sésamoïde, qui se termine sur le bord médial de la phalange proximale du pouce et sur la sangle de l'extenseur.

L'artère radiale passe d'arrière en avant entre les deux chefs du muscle, et entre dans le plan profond de la paume pour former l'arcade artérielle palmaire profonde.

L'adducteur du pouce est un puissant muscle du pouce qui oppose ce dernier au reste des doigts pour la prise des objets (tableau 7.15).

Muscles thénariens

Les trois muscles thénariens (opposant du pouce, court fléchisseur du pouce et court abducteur du pouce) participent au mouvement d'opposition du pouce avec les autres doigts (fig. 7.107). Ils forment une proéminence musculaire (**éminence thénar**) sur la face latérale de la paume à la base du pouce.

Les muscles thénariens sont innervés par le rameau récurrent du nerf médian.

Opposant du pouce

Le **muscle opposant du pouce** est le plus gros des muscles thénariens et il est situé plus profondément que les deux autres (fig. 7.107). Il s'insère sur le tubercule du trapèze et sur le retinaculum des fléchisseurs adjacent. Il se termine tout le long du bord latéral et de la face palmaire adjacente du 1er métacarpien.

L'opposant du pouce permet la rotation et la flexion du 1er métacarpien sur le trapèze et amène la pulpe du pouce en regard des pulpes des autres doigts (tableau 7.15).

Court abducteur du pouce

Le **muscle court abducteur du pouce** recouvre l'opposant du pouce et est proximal au muscle court fléchisseur du pouce (fig. 7.107). Il s'insère sur les tubercules du scaphoïde et du trapèze et sur le retinaculum des fléchisseurs adjacent. Il se termine sur le bord latéral de la base de la phalange proximale du pouce et sur la sangle de l'extenseur.

Le muscle court abducteur du pouce assure l'abduction du pouce, principalement au niveau de l'articulation métacarpophalangienne du pouce. Son action est plus apparente quand le pouce est en abduction maximale, et que la phalange proximale est portée hors de la ligne axiale qui passe par le métacarpien (tableau 7.15).

Court fléchisseur du pouce

Le **muscle court fléchisseur du pouce** est distal au muscle court abducteur du pouce (fig. 7.107). Il s'insère principalement sur le tubercule du trapèze et sur le retinaculum des fléchisseurs adjacent, mais il peut aussi avoir une insertion plus profonde sur les autres os carpiens et ligaments voisins. Il se termine sur la face latérale de la base de la phalange proximale du pouce. Le tendon contient souvent un os sésamoïde.

Le court fléchisseur du pouce fléchit l'articulation métacarpophalangienne du pouce (tableau 7.15).

Muscles hypothénariens

Les muscles hypothénariens (opposant de l'auriculaire, abducteur de l'auriculaire et fléchisseur de l'auriculaire) forment une saillie musculaire (**éminence hypothénar**) au bord médial de la paume à la base de l'auriculaire (fig. 7.107). Les muscles hypothénariens sont identiques dans leur nom et leur organisation aux muscles thénariens.

À l'inverse des muscles thénariens, les muscles hypothénariens sont innervés par le rameau profond du nerf ulnaire et non par le rameau récurrent du nerf médian.

Opposant de l'auriculaire

Le **muscle opposant de l'auriculaire** est situé plus profondément que les deux autres muscles hypothénariens (fig. 7.107). Il s'insère sur le crochet de l'hamatum et sur le rétinaculum des fléchisseurs adjacent, et se termine sur le bord médial et la face palmaire adjacente du 5e métacarpien. Sa base est pénétrée par le rameau profond du nerf ulnaire et par l'artère ulnaire.

L'opposant de l'auriculaire permet la rotation du 5e métacarpien dans la paume. Néanmoins, le mouvement est beaucoup moins important que du côté du pouce, car l'articulation carpométacarpienne est plus simple et le ligament métacarpien transverse profond amarre la tête du 5e métacarpien à l'annulaire (tableau 7.15).

Abducteur de l'auriculaire

Le **muscle abducteur de l'auriculaire** recouvre l'opposant de l'auriculaire (fig. 7.107). Il s'insère sur le pisiforme, le ligament pisohamatal et le tendon terminal du fléchisseur ulnaire du carpe. Il se termine sur le bord médial de la base de la phalange proximale de l'auriculaire et sur la sangle des extenseurs.

Le muscle court abducteur de l'auriculaire est le principal abducteur de l'auriculaire (tableau 7.15).

Court fléchisseur de l'auriculaire

Le **muscle court fléchisseur de l'auriculaire** est latéral à l'abducteur de l'auriculaire (fig. 7.107). Il s'insère sur le crochet de l'hamatum et sur le retinaculum des fléchisseurs adjacent. Il se termine avec le muscle abducteur de l'auriculaire sur le bord médial de la base de la phalange proximale de l'auriculaire.

Le fléchisseur de l'auriculaire fléchit l'articulation métacarpophalangienne.

Muscles lombricaux

Il existe quatre muscles lombricaux, chacun d'eux étant destiné à un seul doigt. Les muscles s'insèrent sur les tendons des fléchisseurs profonds de la main dans la paume :

- les deux muscles lombricaux médiaux, bipennés, naissent des tendons fléchisseurs profonds destinés au majeur et à l'annulaire pour l'un, et des tendons fléchisseurs profonds destinés à l'annulaire et l'auriculaire pour l'autre ;
- les deux lombricaux latéraux, unipennés, sont formés d'un seul chef qui s'insère sur le bord latéral des tendons des fléchisseurs profonds de l'index et du majeur.

Les lombricaux passent dorsalement autour du bord latéral de chaque doigt, et s'insèrent sur la sangle des extenseurs (fig. 7.108). Les tendons des muscles lombricaux sont antérieurs et situés en avant des ligaments métacarpiens transverses.

Les lombricaux sont uniques parce qu'ils associent les tendons fléchisseurs aux tendons extenseurs des doigts. Par leurs insertions à la sangle des extenseurs, ils participent à la flexion des articulations métacarpophalangiennes et à l'extension des articulations interphalangiennes.

Les deux lombricaux médiaux sont innervés par le rameau profond du nerf ulnaire ; les deux chefs latéraux sont innervés par les rameaux digitaux du nerf médian (tableau 7.15).

Artères et veines

La vascularisation de la main est réalisée par l'artère radiale et l'artère ulnaire, qui forment des arcades vasculaires (superficielle et profonde) dans la paume (fig. 7.109). Les vaisseaux des doigts des muscles et des articulations sont issus de ces deux arcades et de leurs branches :

- l'artère radiale contribue à la vascularisation du pouce et du bord latéral de l'index ;

Vascularisation par artère ulnaire dominante

Vascularisation
par artère radiale dominante

Arcade palmaire superficielle

Arcade palmaire profonde

Artère ulnaire

Artère radiale

Figure 7.109 Vascularisation artérielle de la main.

- les autres doigts et le bord médial de l'index sont vascularisés par l'artère ulnaire.

Artère ulnaire et arcade palmaire superficielle

L'**artère ulnaire** et le nerf ulnaire entrent dans la main au bord médial du poignet (fig. 7.110). L'artère chemine entre le muscle court palmaire et le retinaculum des fléchisseurs, et est en dehors du nerf ulnaire et du pisiforme. Distalement, l'artère ulnaire est en dedans du crochet de l'hamatum ; ensuite, elle vire latéralement à travers la paume de la main pour former l'**arcade palmaire superficielle**, qui est en avant des tendons longs fléchisseurs des doigts et juste sous l'aponévrose palmaire. Au bord latéral de la paume, l'arcade s'anastomose avec une branche de l'artère radiale.

Une des branches de l'artère ulnaire dans la main est la **branche palmaire profonde** (fig. 7.109 et fig. 7.110), qui naît du bord médial de l'artère ulnaire, juste au-dessous du pisiforme, et pénètre l'insertion des muscles hypothénariens. Elle tourne médialement autour du crochet de l'hamatum pour accéder au plan profond de la paume et s'anastomoser avec une branche de l'artère radiale pour former l'arcade palmaire profonde.

Les branches de l'arcade palmaire superficielle comprennent :

- une artère digitale palmaire du bord médial de l'auriculaire ;
- trois grosses **artères digitales communes palmaires**, qui donnent la vascularisation principale du bord latéral de l'auriculaire, les deux côtés de l'annulaire et du majeur, et du bord médial de l'index (fig. 7.110). Ces artères digitales sont rejointes par les artères palmaires métacarpiennes provenant de l'arcade palmaire profonde avant leur bifurcation en **artères digitales propres palmaires**, qui rejoignent les doigts.

Artère radiale et arcade palmaire profonde

L'**artère radiale** tourne autour du bord latéral du poignet, croise le plancher de la tabatière anatomique et rejoint le plan profond de la main (fig. 7.109 et fig. 7.111) en passant entre les deux chefs du muscle premier interosseux dorsal et, ensuite, entre les deux chefs de l'adducteur du pouce

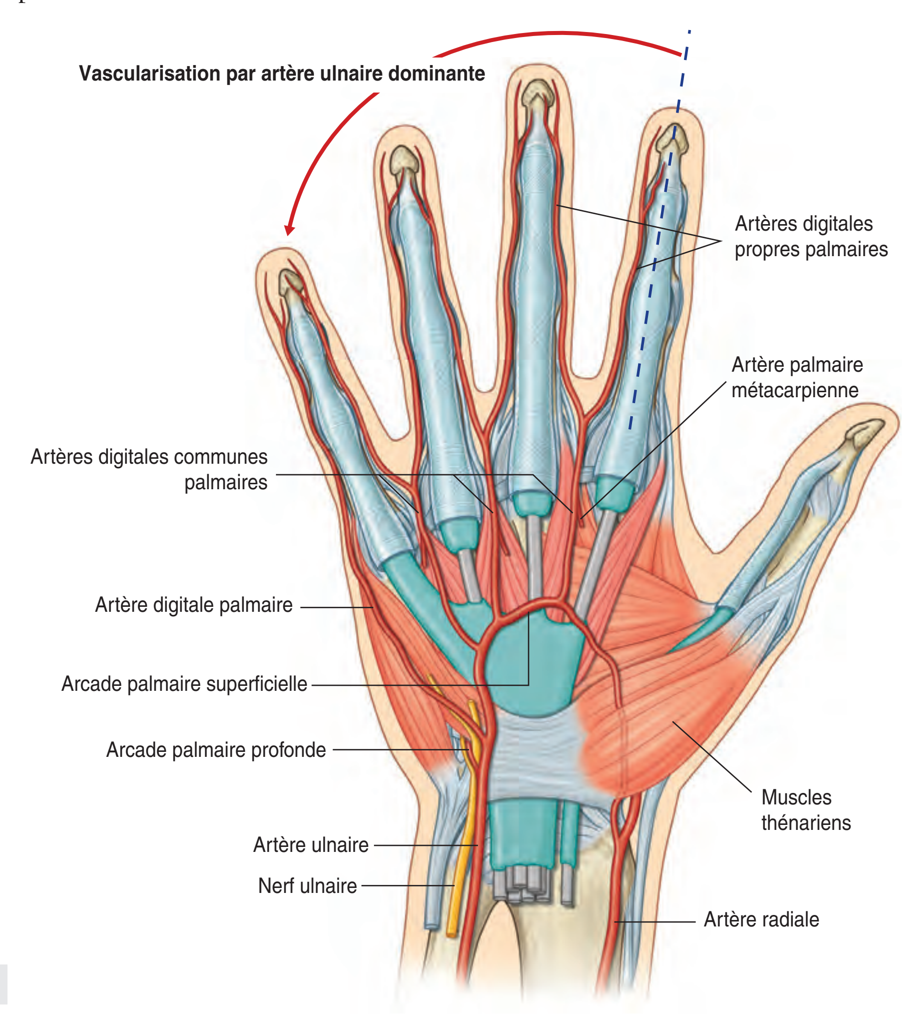


Figure 7.110 Arcade palmaire superficielle.



pour accéder au plan profond et former l'arcade palmaire profonde.

L'**arcade palmaire profonde** passe médialement entre les métacarpiens et les tendons du long fléchisseur des doigts. Sur le bord médial de la paume, elle s'anastomose avec la branche profonde de l'artère ulnaire (fig. 7.109 et fig. 7.111).

Avant de pénétrer dans le dos de la main, l'artère radiale donne naissance à deux vaisseaux :

- une **branche carpienne dorsale**, qui se dirige médialement, formant une **arcade carpienne dorsale** sur le dos du poignet, donnant naissance aux trois **artères dorsales métacarpiennes**. Ces artères bifurquent pour devenir les artères dorsales digitales, pénétrant dans les doigts ;
- la **première artère dorsale métacarpienne**, qui vascularise les côtés adjacents de l'index et du pouce.

Deux vaisseaux, l'**artère principale du pouce** et l'**artère radiale de l'index**, naissent de l'artère radiale dans le plan entre le premier interosseux dorsal et l'adducteur du pouce. L'artère principale du pouce est le principal vaisseau qui vascularise le pouce. L'artère collatérale radiale de l'index vascularise la face latérale de l'index.

Figure 7.111 Arcade palmaire profonde.

L'arcade palmaire profonde donne naissance à :

- trois **artères métacarpiennes palmaires**, qui rejoignent les artères digitales communes des doigts issues de l'arcade superficielle ;
- trois **branches perforantes**, qui passent à la face dorsale de la main entre l'insertion des chefs des interosseux dorsaux pour s'anastomoser avec les artères dorsales métacarpiennes issues de l'arcade dorsale.

En clinique

Test d'Allen

Pour tester les suppléances entre les artères ulnaire et radiale à la main, il faut comprimer les deux artères radiale et ulnaire au poignet, relâcher la pression de l'une puis de l'autre, et déterminer ainsi quel est le réseau pris en charge par chaque artère au niveau de la main. S'il existe une petite connexion entre les arcades palmaires superficielle et profonde, seuls le pouce et le côté latéral de l'index se recoloreront quand la pression sur l'artère radiale est relâchée.

Veines

De la même façon que pour membre supérieur, la main contient un réseau d'interconnexion entre veines superficielles et profondes. Les veines profondes suivent les artères ; les veines superficielles se drainent dans le réseau veineux dorsal du dos de la main sur le dos des métacarpiens (fig. 7.112).

La veine céphalique naît du bord latéral du réseau dorsal et passe au-dessus de la tabatière anatomique pour continuer à l'avant-bras.

La veine basilique naît du bord médial du réseau veineux dorsal et passe sur le bord dorsomédial de l'avant-bras.

En clinique

Ponction veineuse

Chez de nombreux patients, l'abord veineux est nécessaire afin d'obtenir du sang pour des examens de laboratoire et pour l'injection de liquides et de médicaments. Les sites d'abord veineux sont idéalement placés dans le pli du coude et dans la veine céphalique adjacente à la tabatière anatomique. Les veines sont facilement gonflées en utilisant un garrot. Un garrot doit être appliqué suffisamment pour distendre les veines. Pour des prélèvements d'analyse sanguine, la veine précubitale est le site préférentiel, et bien qu'elle puisse ne pas être visible, elle est facilement palpable. La veine céphalique est généralement le site préféré pour des perfusions intraveineuses brèves.

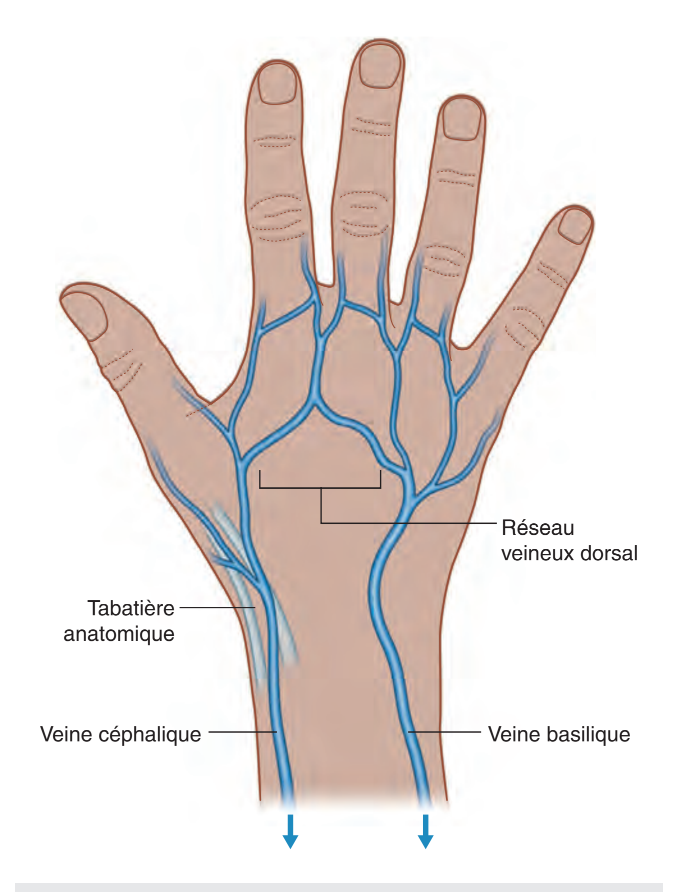


Figure 7.112 Arcade veineuse dorsale de la main.

Nerfs

La main est innervée par les nerfs ulnaire, médian et radial (fig. 7.113 à 7.115). Ces trois nerfs contribuent à l'innervation cutanée. Le nerf ulnaire innerve tous les muscles intrinsèques de la main, à l'exception des trois muscles thénariens et des deux muscles lombricaux latéraux, qui sont innervés par le nerf médian. Le nerf radial innerve seulement la peau de la face dorsolatérale de la main.

Nerf ulnaire

Le nerf ulnaire entre dans la main en passant latéralement par rapport au pisiforme, et en dedans et en arrière de l'artère ulnaire (fig. 7.113). Juste après le pisiforme, il se divise en un rameau profond, qui est principalement moteur, et un rameau superficiel, qui est principalement sensitif.

Le **rameau profond** du nerf ulnaire suit l'artère ulnaire (fig. 7.113). Il pénètre et innerve les muscles hypothénariens pour atteindre la face profonde de la paume, puis s'incurve latéralement à travers la paume, sous les longs fléchisseurs des doigts, et innerve les interosseux, l'adducteur du pouce et les deux lombricaux médiaux. De plus, le rameau profond du nerf ulnaire donne un petit rameau articulaire pour le poignet.

Zone de distribution du rameau superficiel du nerf ulnaire

Rameau palmaire du nerf ulnaire au niveau de l'avant-bras

Vue palmaire

Deux muscles lombricaux médiaux

Rameau profond (du nerf ulnaire)

Rameau superficiel (du nerf ulnaire)

Nerf ulnaire

Artère ulnaire

Rameau dorsal du nerf ulnaire au niveau de l'avant-bras

Vue dorsale

Figure 7.113 Nerf ulnaire dans la main.

En clinique

Lésions du nerf ulnaire

Le nerf ulnaire est le nerf le plus souvent lésé au niveau de deux régions, le coude et le poignet :

- au coude, le nerf passe en arrière de l'épicondyle médial ;
- au niveau du poignet, le nerf ulnaire passe au-dessus du retinaculum des fléchisseurs et latéralement par rapport au pisiforme.

Les lésions du nerf ulnaire sont caractérisées par une paralysie en « griffe » de la main avec les articulations métacarpophalangiennes des doigts en extension et les articulations interphalangiennes en flexion. La griffe ulnaire résulte de la perte de fonction de la plupart des muscles intrinsèques de la main (fig. 7.114).

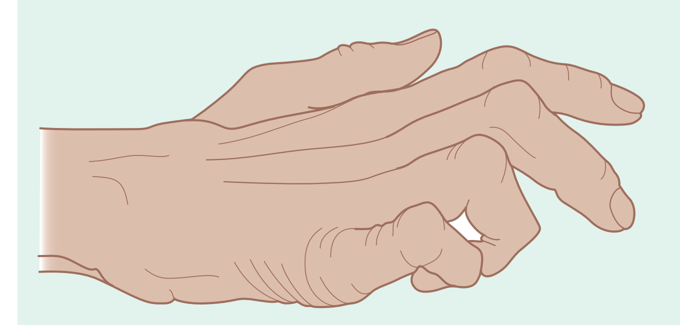


Figure 7.114 Aspect typique d'une « griffe ulnaire » due à une lésion du nerf ulnaire.

La griffe est plus prononcée sur les doigts médiaux, car les fonctions de tous les muscles intrinsèques de ces doigts sont perdues, alors que les deux lombricaux latéraux innervés par le nerf médian conservent leur fonction. L'action de l'adducteur du pouce est aussi perdue.

Dans les lésions du nerf ulnaire au coude, la fonction du fléchisseur ulnaire du carpe et de la partie médiale du fléchisseur profond des doigts est également perdue. La griffe de la main, en particulier de l'auriculaire et de l'annulaire, est plus marquée que celle des lésions du nerf ulnaire au niveau du poignet, parce que l'interruption du nerf ulnaire au niveau du coude paralyse la moitié du fléchisseur profond des doigts qui assure la flexion au niveau des articulations interphalangiennes distales de ces doigts.

Les lésions du nerf ulnaire au coude et au poignet entraînent une perte de la sensibilité palmaire de l'auriculaire et de la moitié de l'annulaire.

Les lésions du nerf ulnaire au niveau du poignet ou sur un site plus proximal au poignet peuvent être distingués par l'examen de la fonction du **rameau dorsal** cutané du nerf ulnaire, qui naît dans la région distale de l'avant-bras. Ce rameau innerve la peau de la face dorsale du bord médial de la main.

Le rameau profond du nerf ulnaire passe à travers la paume en passant dans un tunnel ostéofibreux (le canal de Guyon) entre le crochet de l'hamatum et les tendons fléchisseurs. Parfois, des kystes synoviaux issus des articulations du carpe compriment le nerf dans le canal et entraînent une symptomatologie sensitive et motrice.

Le rameau superficiel du nerf ulnaire innerve le muscle court palmaire et continue à travers la paume pour innerver la face palmaire de l'auriculaire et la moitié médiale de l'annulaire (fig. 7.113).



Nerf médian

Le nerf médian est le plus important nerf sensitif de la main car il innerve le pouce, l'index, le majeur et le bord latéral de l'annulaire (fig. 7.115). Les informations sensorielles fournies notamment par le toucher des trois doigts latéraux et de la moitié du quatrième sont transmises au système nerveux, et permettent l'identification des objets et l'exécution de gestes avec une grande précision.

Le nerf médian innerve aussi les muscles thénariens responsables de l'opposition du pouce aux autres doigts.

Le nerf médian entre dans la main en passant dans le canal carpien et se divise en un rameau récurrent et en rameaux palmaires digitaux (fig. 7.115).

Le **rameau récurrent du nerf médian** innerve les trois muscles thénariens. Il naît au bord latéral du nerf médian près du bord distal du retinaculum des fléchisseurs, tourne au bord inférieur du retinaculum et passe proximalement au-dessus du muscle court fléchisseur du pouce. Le rameau récurrent passe ensuite entre le court fléchisseur du pouce et le court abducteur du pouce pour se terminer dans l'opposant du pouce.

Les **nerfs digitaux palmaires** traversent la paume sous l'aponévrose palmaire et l'arcade palmaire superficielle, et rejoignent les doigts. Ils innervent la peau sur la face palmaire des trois doigts latéraux, la moitié latérale du quatrième et la région cutanée à la face dorsale en regard des phalanges distales (lit de l'ongle) des mêmes doigts. En plus de la peau, les nerfs digitaux innervent les deux muscles lombricaux latéraux.

Rameau palmaire du nerf médian depuis l'avant-bras

Vue palmaire

Deux muscles lombricaux latéraux

Nerfs digitaux

Muscle court fléchisseur du pouce

Muscle court abducteur du pouce

Rameau palmaire (du nerf médian)

Nerf médian

Rameau récurrent (du nerf médian)

Vue dorsale

Figure 7.115 Nerf médian dans la main.

Rameau superficiel du nerf radial

La seule partie du nerf radial qui entre dans la main est le rameau superficiel (fig. 7.116). Il entre dans la main en passant au-dessus de la tabatière anatomique sur le bord dorsolatéral du poignet. Les rameaux terminaux de ce nerf peuvent être palpés ou «roulés» contre le tendon du long extenseur du pouce quand ils croisent la tabatière anatomique.

Le rameau superficiel du nerf radial innerve la peau de la face dorsolatérale de la main, la face dorsale des phalanges proximales et intermédiaires des trois doigts latéraux.

En clinique

Lésions du nerf radial

Au niveau du coude, le nerf radial se divise en deux rameaux terminaux : le nerf radial superficiel et le nerf radial profond.

La plus commune des lésions du nerf radial correspond à une lésion de ce dernier au niveau de son sillon sur l'humérus qui provoque une paralysie globale des muscles du compartiment postérieur, entraînant une chute du poignet. Les lésions du nerf radial peuvent résulter d'une fracture de la diaphyse humérale là où le nerf radial passe dans son sillon. La lésion typique produit une diminution de la sensation cutanée se distribuant sur la région postérieure de la main. L'atteinte du nerf interosseux postérieur (prolongement du rameau profond du nerf radial) entraîne une paralysie des muscles du compartiment postérieur de l'avant-bras, mais la distribution de ce nerf est variable. Typiquement, les patients ne peuvent pas étendre les doigts.

Les rameaux distaux du rameau superficiel du nerf radial peuvent être palpées comme une cordelette lors de leur passage au-dessus du tendon du long extenseur du pouce dans la tabatière anatomique. Les dommages de ces rameaux entraînent des conséquences minimes car ceux-ci innervent seulement une petite zone cutanée.

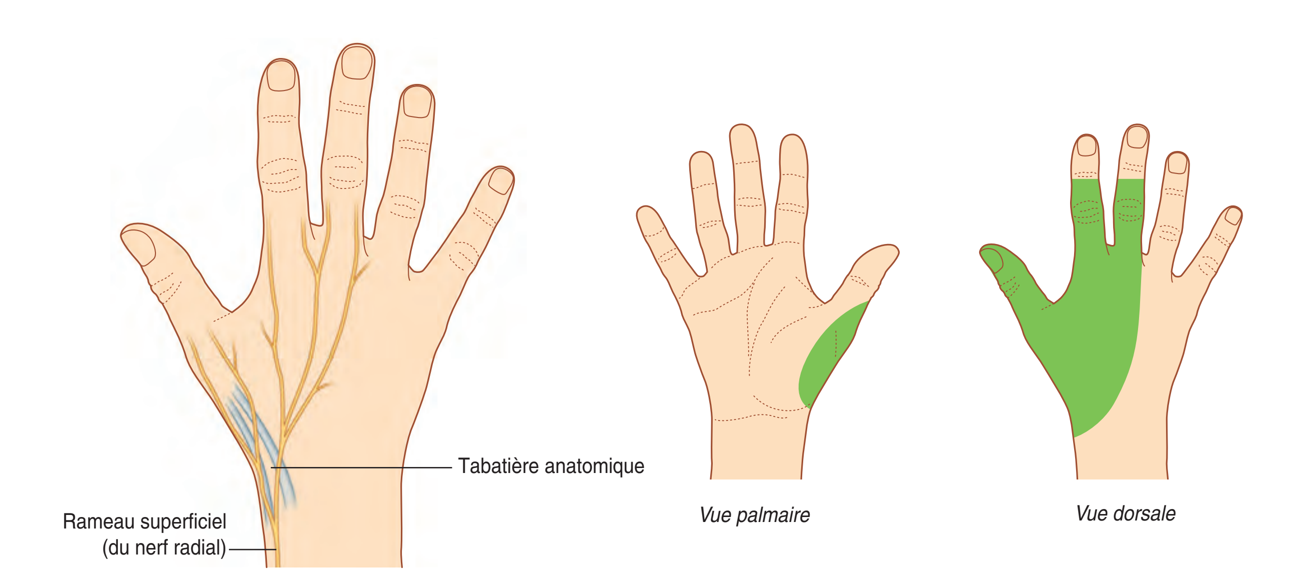


Figure 7.116 Nerf radial dans la main.



ANATOMIE DE SURFACE

Anatomie de surface du membre supérieur

Les tendons, les muscles et les repères osseux du membre supérieur sont utilisés pour localiser les principales artères et veines ainsi que les principaux nerfs. Pour réaliser un examen neurologique, il est essentiel de demander au patient d'exécuter des mouvements précis correspondant aux fonctions des nerfs périphériques :

- les tendons sont utilisés pour tester les réflexes liés aux segments spécifiques de la moelle spinale ;
- les vaisseaux sont utilisés cliniquement comme points d'entrée dans le système vasculaire (pour faire une prise de sang ou administrer des produits pharmaceutiques et des nutriments), et pour prendre la tension et le pouls ;
- les nerfs peuvent être comprimés ou endommagés dans des régions où ils sont en relation étroite avec les os ou encore lorsqu'ils traversent les espaces réduits.

Repères osseux et muscles de la région scapulaire postérieure

Le bord médial, l'angle inférieur et une partie du bord latéral de la scapula peuvent être palpés sur un patient, tout comme l'épine et l'acromion. Le bord supérieur et l'angle de la scapula sont profonds et recouverts de parties molles, de telle sorte qu'ils ne sont pas facilement palpables. Les muscles supra- et infraépineux peuvent être palpés au-dessus et au-dessous de l'épine, respectivement (fig. 7.117).

Le muscle trapèze est responsable du contour lisse de la face latérale du cou et de l'aspect supérieur de l'épaule.

Le muscle deltoïde forme une masse musculaire à partir de l'acromion recouvrant l'articulation glénohumérale. Le nerf axillaire passe postérieurement autour du col chirurgical de l'humérus, profondément situé sous le muscle deltoïde.

Le muscle grand dorsal forme la plus grande partie de la masse musculaire soulevant le pli cutané axillaire postérieur, s'étendant obliquement vers le haut à partir de l'origine du bras. Le muscle grand rond va de l'angle inférieur de la scapula jusqu'à la partie supérieure de l'humérus, et contribue latéralement à la formation du pli cutané axillaire postérieur.

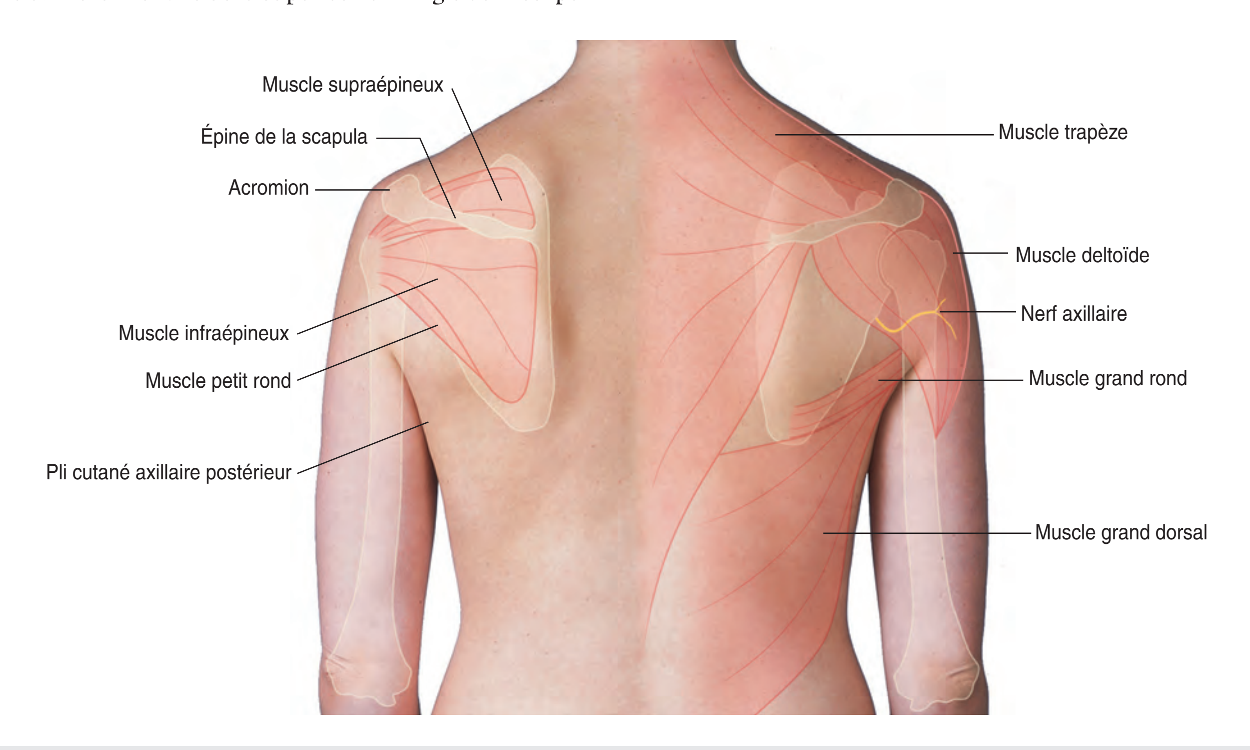
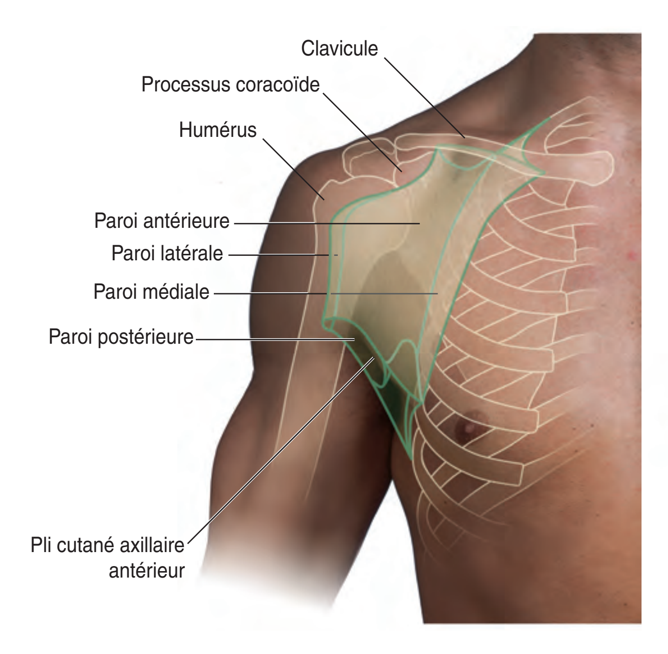


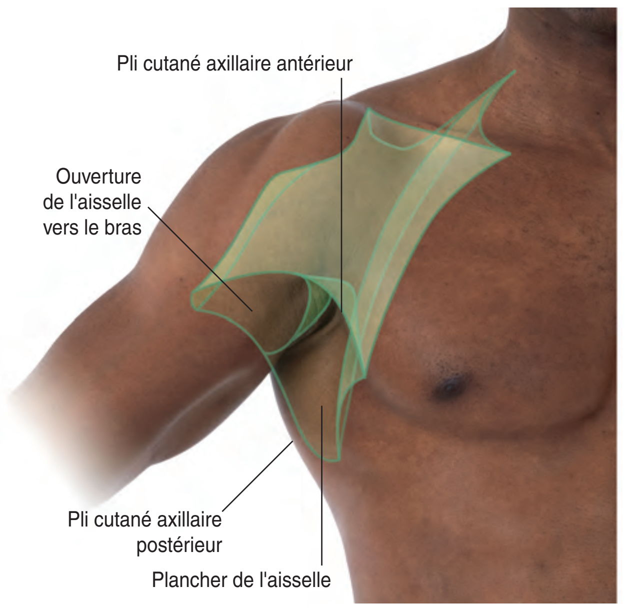
Figure 7.117 Repères osseux et muscles de la région scapulaire postérieure. Vue postérieure de l'épaule et du dos.

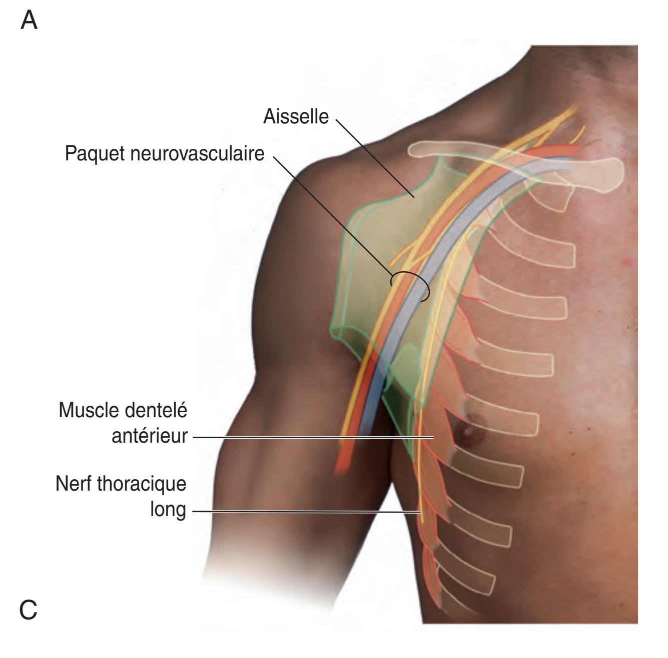
Visualisation de l'aisselle (fosse axillaire) et localisation de son contenu et des structures afférentes

Les parois, l'entrée et la sortie de l'aisselle (fosse axillaire) peuvent être examinées en utilisant les plis cutanés et les repères osseux (fig. 7.118).

- La limite antérieure de l'entrée de l'aisselle est la clavicule, qui peut être palpée sur toute sa longueur. La limite latérale de l'entrée de l'aisselle est approximativement au niveau de la pointe du processus coracoïde, qui est palpable immédiatement sous la clavicule au tiers latéral de sa longueur et profondément derrière le bord médial du muscle deltoïde.
- La limite inférieure de la paroi axillaire antérieure est le pli cutané axillaire antérieur, qui est formé par le bord inférieur du muscle grand pectoral.
- La limite inférieure de la paroi axillaire postérieure est le pli cutané axillaire postérieur, qui recouvre les bords du muscle grand rond latéralement et du muscle grand dorsal médialement.
- La limite médiale de l'aisselle est la partie supérieure du muscle dentelé antérieur appliquée sur la paroi thoracique.







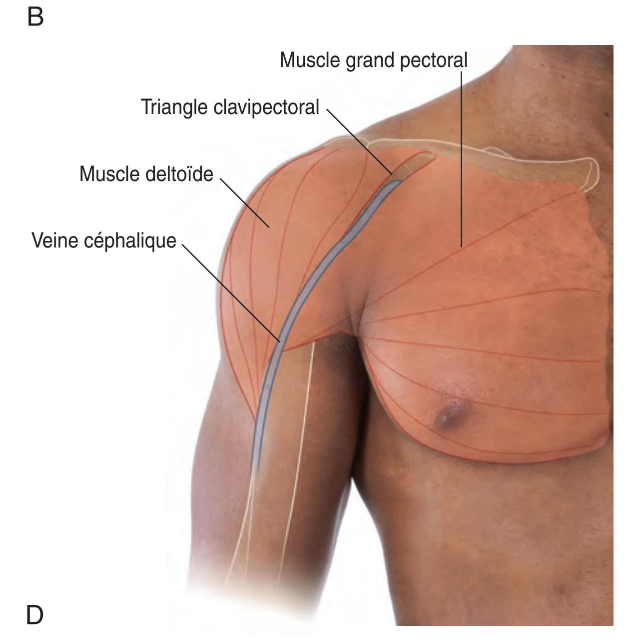


Figure 7.118 Visualisation de l'aisselle et localisation de ses contenus et structures en rapport. **A.** Vue antérieure de l'épaule montrant le pli et les parois de l'aisselle. **B.** Vue antérieure de l'épaule montrant l'entrée et le plancher de l'aisselle. **C.** Vue antérieure montrant le paquet neurovasculaire axillaire et le nerf thoracique long. **D.** Vue antérieure de l'épaule montrant le triangle clavipectoral avec la veine céphalique.



Le nerf thoracique long passe verticalement à l'extérieur de l'aisselle, descendant le long de la face latérale du muscle dentelé antérieur, dans une situation antérieure vis-à-vis du pli cutané axillaire postérieur.

- La limite latérale de l'aisselle est l'humérus.
- Le plancher de l'aisselle est le dôme de peau entre les plis cutanés axillaires antérieur et postérieur.

Les principaux vaisseaux, nerfs et lymphatiques qui vont ou viennent du tronc vers le membre supérieur passent à travers l'aisselle.

L'artère axillaire, la veine axillaire et les éléments du plexus brachial passent à travers l'aisselle vers le bras en passant en dehors du dôme de peau formant le plancher axillaire. Cet important paquet neurovasculaire peut être palpé en plaçant la main dans l'aisselle et en comprimant latéralement le contenu de l'aisselle contre l'humérus.

La veine céphalique est située dans le sillon entre le muscle deltoïde et le muscle grand pectoral, et pénètre le fascia profond dans le triangle clavipectoral pour rejoindre la veine axillaire.

Localisation de l'artère brachiale du bras

L'artère brachiale est sur le côté médial du bras dans le sillon entre le muscle biceps brachial et le muscle triceps brachial (fig. 7.119). Le nerf médian accompagne l'artère brachiale, tandis que le nerf ulnaire s'écarte de l'artère vers l'arrière dans la région distale du bras.

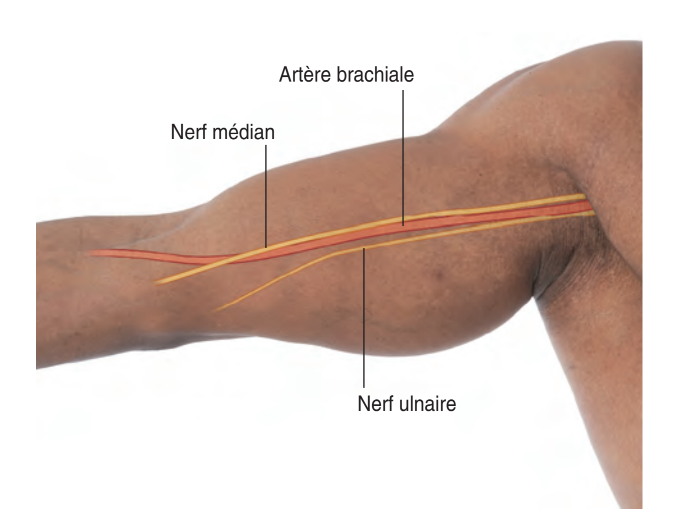


Figure 7.119 Localisation de l'artère brachiale dans le bras (vue médiane du bras avec l'artère brachiale, le nerf médian et le nerf ulnaire).

Tendon du triceps brachial et position du nerf radial

Le muscle triceps brachial est situé à la face postérieure de l'humérus. Le tendon s'insère sur l'olécrâne de l'ulna, est palpable et forme la protubérance osseuse de la «pointe» du coude (fig. 7.120).

Le muscle brachioradial est également visible, formant un renflement musculaire sur la partie latérale et distale du bras. Il est particulièrement proéminent lorsque l'avant-bras est en semipronation, et que le coude est fléchi contre résistance.

Le nerf radial dans le bras distal émerge de derrière l'humérus pour se placer profondément sous le muscle brachioradial.

Pli du coude (vue antérieure)

Le pli du coude est situé à l'avant de l'articulation du coude, et contient le tendon du muscle biceps brachial, l'artère brachiale et le nerf médian (fig. 7.121).

La base du pli du coude est une ligne imaginaire entre les épicondyles médial et latéral de l'humérus, facilement palpables. Les bords latéral et médial sont respectivement formés par les muscles brachioradial et rond pronateur. Le bord du brachioradial peut être trouvé en demandant au sujet de fléchir l'avant-bras en semipronation contre résistance. Le bord du rond pronateur est situé sur une ligne oblique s'étendant entre l'épicondyle médial au milieu de la longueur de la face latérale de l'avant-bras. Le sommet approximatif du pli du coude est situé là où la ligne croise le bord médial du muscle brachioradial.

Le contenu du pli du coude de latéral en médial est formé par le tendon du biceps brachial, l'artère brachiale et le nerf médian. Le tendon du biceps brachial est facilement palpable. Souvent, la veine céphalique, la veine basilique et la veine médiane basilique sont visibles sous le fascia sous-cutané recouvrant la région.

Le nerf ulnaire passe derrière l'épicondyle médial de l'humérus et peut être palpé contre l'os.

Le nerf radial descend vers l'avant-bras sous le muscle brachioradial dans la région antérieure du coude.

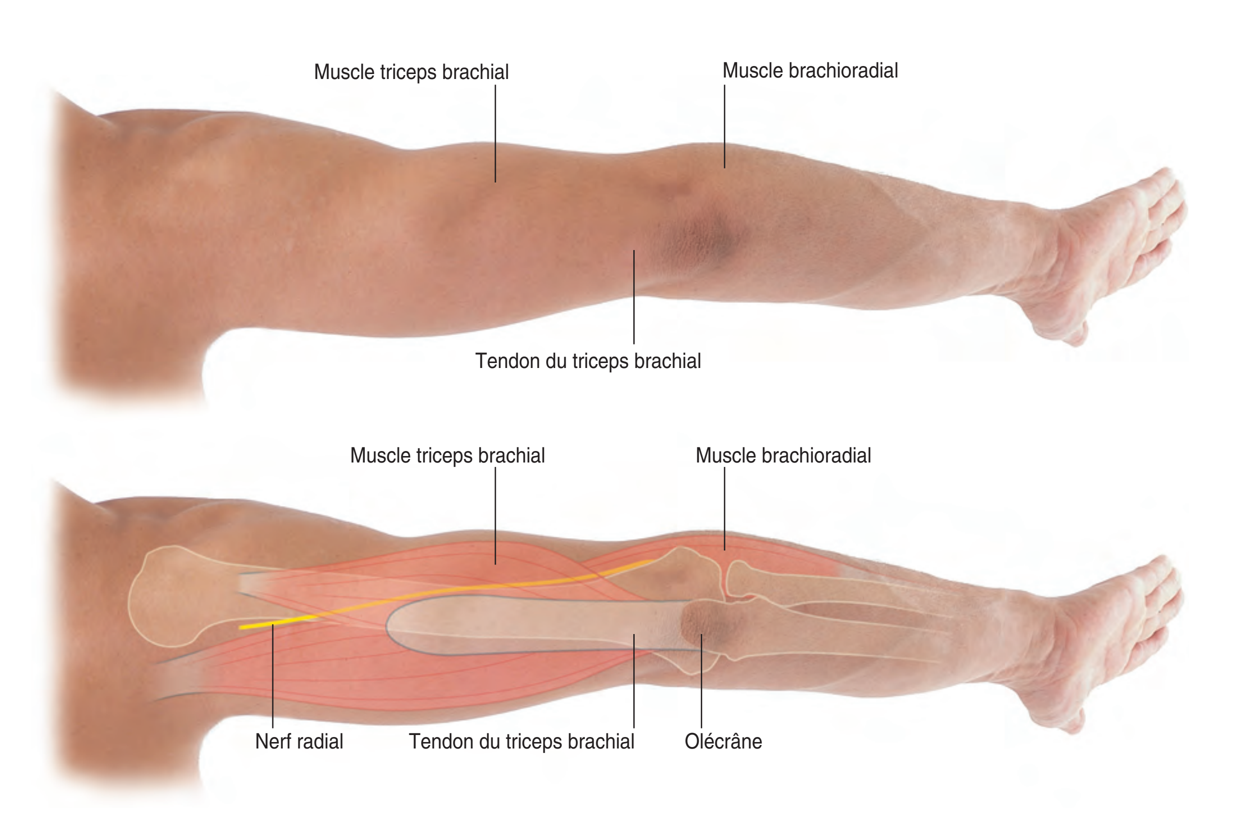


Figure 7.120 Tendon du triceps brachial et position du nerf radial (vue postérieure du bras).



Humérus
Pli du coude
Muscle brachioradial
Muscle rond pronateur
A

Tendon du biceps brachial
Pli du coude
Artère brachiale
Nerf médian
B

Veine céphalique
Nerf radial
Veine médiane basilique
Pli du coude
Nerf ulnaire
Veine basilique
C

Figure 7.121 Pli du coude (vue antérieure). **A.** Vue antérieure. **B.** Limites et contenu. **C.** Localisation du nerf radial, du nerf ulnaire et des veines.

Identification des tendons et localisation des principaux vaisseaux et nerfs dans la partie distale de l'avant-bras

Les tendons qui passent de l'avant-bras à la main sont facilement visibles dans la partie distale de l'avant-bras et peuvent être utilisés comme repères pour localiser les artères et les nerfs.

Dans la partie antérieure de l'avant-bras, les tendons du fléchisseur ulnaire du carpe, du fléchisseur radial du carpe et du long palmaire peuvent être facilement localisés par la palpation en demandant aux patients de fléchir le poignet contre résistance.

Le tendon du fléchisseur radial du carpe est localisé approximativement à la jonction entre le tiers latéral et le tiers moyen d'une ligne imaginaire tracée transversalement au niveau de l'avant-bras distal. L'artère radiale est située juste latéralement à ce tendon. Ce repère est utilisé pour palper le pouls radial (fig. 7.122A).

Le tendon du fléchisseur ulnaire du carpe est facilement palpable le long du bord médial de l'avant-bras. Il s'insère sur le pisiforme. Il peut aussi être palpé dans la continuité du tendon à la base de l'éminence hypothénar de la main. L'artère ulnaire et le nerf ulnaire passent de l'avant-bras à la main sous le bord latéral du fléchisseur ulnaire du carpe et en dehors du pisiforme.

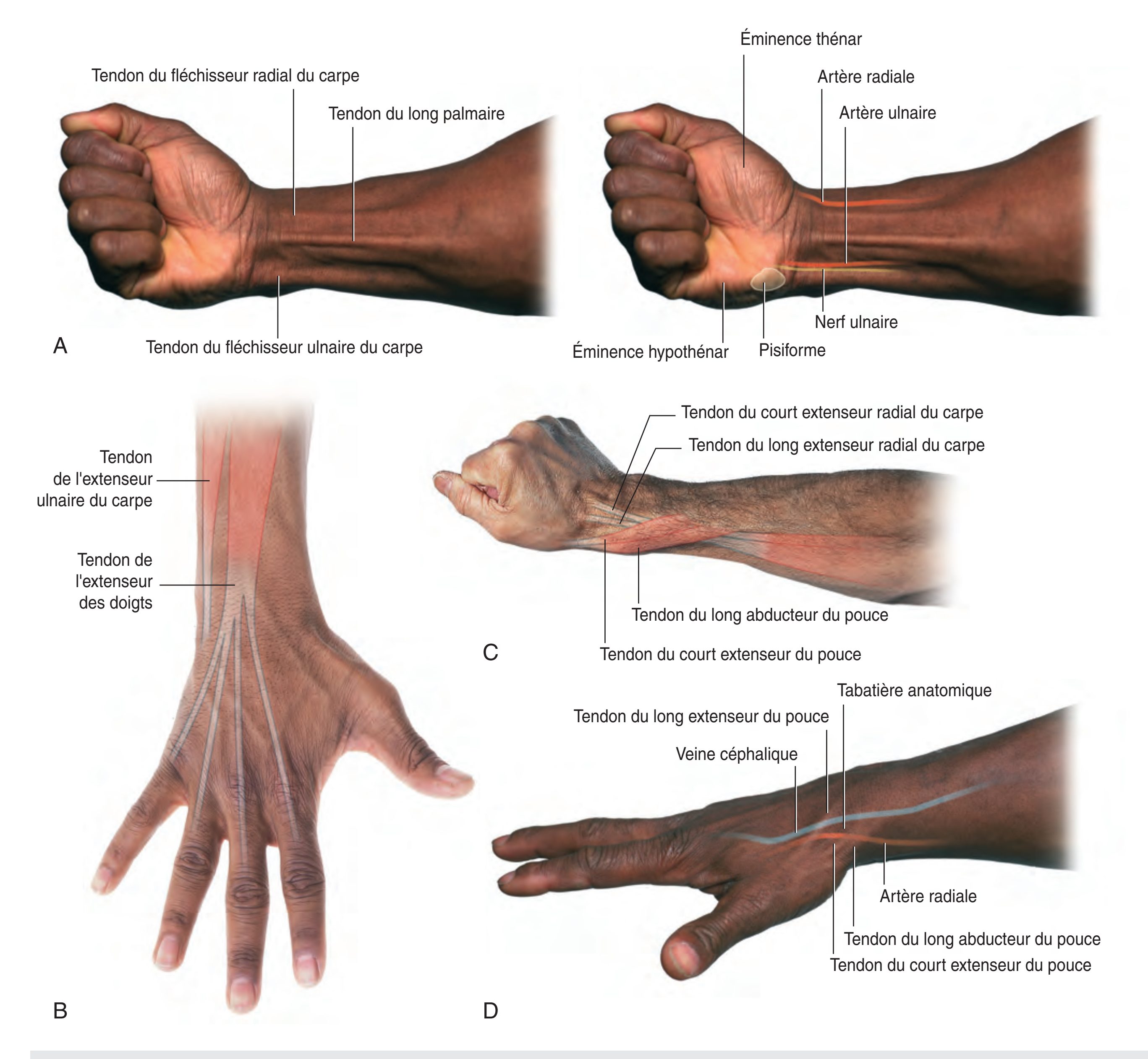


Figure 7.122 Identification des tendons et localisation des principaux vaisseaux et nerfs dans la partie distale de l'avant-bras. **A.** Vue antérieure distale de l'avant-bras et du poignet. **B.** Vue postérieure distale de l'avant-bras et du poignet. **C.** Vue latérale de l'avant-bras et du poignet. **D.** Tabatière anatomique.

Le tendon du long palmaire peut être absent, mais quand il est présent, il suit médialement le bord du tendon du fléchisseur radial du carpe. Il est particulièrement proéminent quand le poignet est fléchi contre résistance. Le nerf médian est situé médialement au tendon du fléchisseur radial du carpe et chemine sous le tendon du long palmaire.

Les tendons longs des doigts sont profonds, situés sous le nerf médian et entre les fléchisseurs du poignet. Leur position peut être repérée par des mouvements répétés de flexion et d'extension des doigts.

Dans la région postérieure distale du poignet et de l'avant-bras, les tendons de l'extenseur des doigts (fig. 7.122B) sont en position médiane et se dirigent vers l'index, le majeur, l'annulaire et l'auriculaire à partir du poignet.

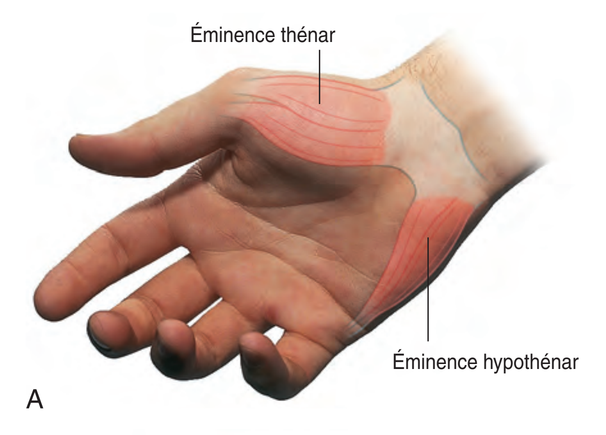
Les extrémités distales des tendons des long et court extenseurs radiaux du carpe se trouvent sur la face latérale du poignet (fig. 7.122C). Ils sont palpables en demandant au patient de fermer le poing et d'étendre le poignet contre résistance.

Le tendon de l'extenseur ulnaire du carpe peut être palpé sur le bord médial du poignet entre l'extrémité distale de l'ulna et le poignet.

L'hyperextension et l'abduction du pouce permettent de repérer la tabatière anatomique (fig. 7.122D). Le bord médial de cette aire triangulaire est le tendon du long extenseur du pouce, tournant au niveau du tubercule dorsal du radius et se prolongeant jusqu'au pouce. Le bord latéral est formé par les tendons du court extenseur du pouce et du long abducteur du pouce. L'artère radiale passe à travers la tabatière anatomique puis se dirige latéralement autour du poignet pour atteindre le dos de la main et pénétrer à la base du muscle premier interosseux dorsal et accéder à la face profonde de la paume de la main. Le pouls de l'artère radiale peut être perçu sur le plancher de la tabatière anatomique quand le poignet est relâché. La veine céphalique croise le toit de la tabatière anatomique. Les rameaux cutanés du nerf radial peuvent être senties à la palpation car ils glissent sur le tendon du muscle long extenseur du pouce.

Aspect normal de la main

En position de repos, la paume et les doigts de la main ont une apparence caractéristique. Les doigts forment une cuvette, avec l'auriculaire plus fléchi que l'index (fig. 7.123A). La pulpe du pouce est à angle droit par rapport à la pulpe des autres doigts.



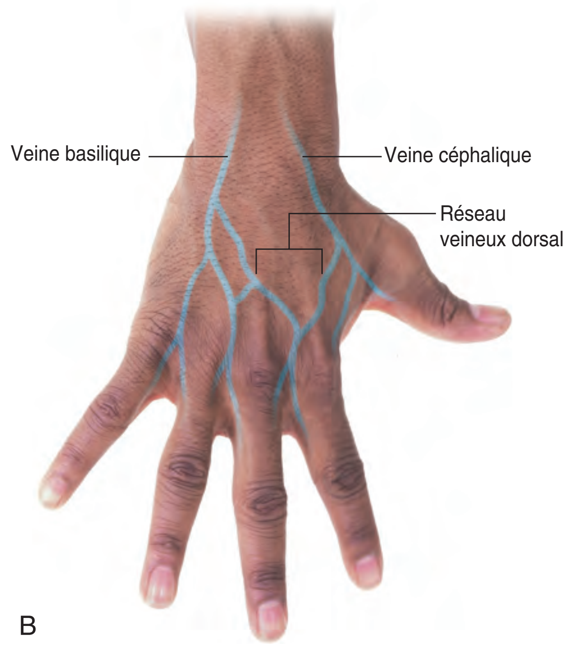


Figure 7.123 Aspect normal de la main. **A.** Vue palmaire avec les éminences thénar et hypothénar et l'arcade des doigts. **B.** Vue dorsale avec le réseau veineux dorsal.

L'éminence thénar se trouvant à la base du pouce est formée par les muscles thénariens. Une éminence similaire, sur le bord médial de la paume à la base de l'auriculaire, est l'éminence hypothénar. L'aspect des éminences thénar et hypothénar ainsi que la position des doigts changent si les nerfs ulnaire et médian sont lésés.

La majorité des veines superficielles du membre supérieur prennent naissance sur le réseau veineux situé à la face dorsale de la main (fig. 7.123B), au niveau des métacarpiens. La veine basilique prend origine sur le bord médial du réseau, et la veine céphalique sur le bord latéral.

Positions du retinaculum des fléchisseurs et du rameau récurrent du nerf médian

Le bord proximal du retinaculum des fléchisseurs peut être déterminé en repérant les structures osseuses suivantes :

- l'os pisiforme est facilement palpable à la partie distale du tendon fléchisseur ulnaire du carpe ;
- le tubercule du scaphoïde est palpable à la partie distale du tendon du fléchisseur radial du carpe au niveau de son entrée dans le poignet (fig. 7.124).

Une ligne imaginaire passant entre ces deux points marque la partie proximale du retinaculum des fléchisseurs. Le bord distal du retinaculum des fléchisseurs se situe profondément là où le bord antérieur de l'éminence thénar rencontre l'éminence hypothénar près de la base de la paume.

Le rameau récurrent du nerf médian passe profondément sous la peau et sous le fascia palmaire recouvrant le bord antérieur de l'éminence thénar.

Fonctions motrices du nerf médian et du nerf ulnaire dans la main

La possibilité de fléchir les articulations métacarpophalangiennes tout en étendant les articulations interphalangiennes des doigts dépend entièrement des muscles intrinsèques de la main (fig. 7.125A). Ces muscles sont principalement innervés par le rameau profond du nerf ulnaire, comportant des fibres de la racine spinale T1, avec contribution de C8.

La prise des objets entre les doigts est permise par le rôle adducteur des muscles interosseux palmaires, innervés par le rameau profond du nerf ulnaire comportant des fibres nerveuses issues du niveau spinal T1 (C8).

La capacité de saisir un objet entre la pulpe du pouce et celle de l'un des doigts voisins dépend du fonctionnement des

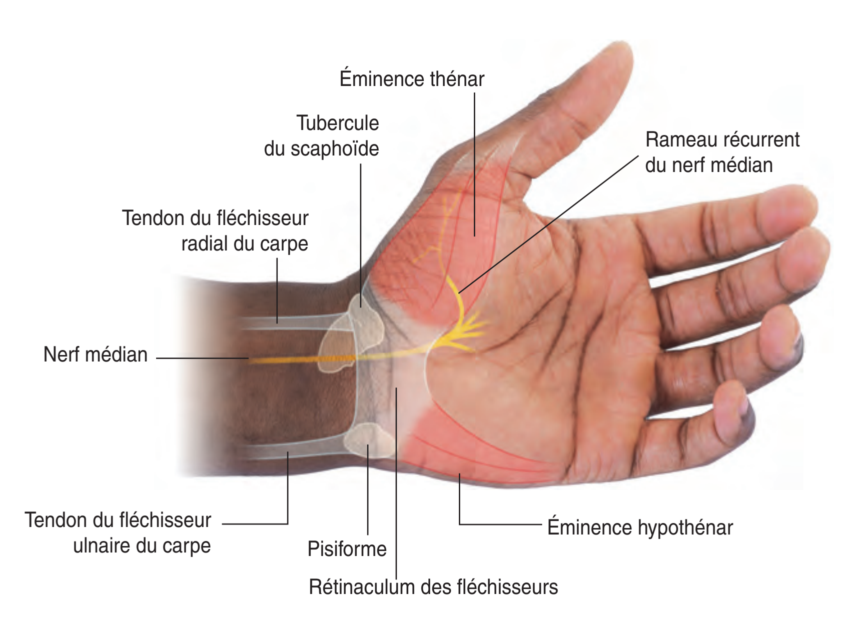


Figure 7.124 Vue antérieure de la paume de la main, pour montrer la position du retinaculum des fléchisseurs et du rameau récurrent du nerf médian.

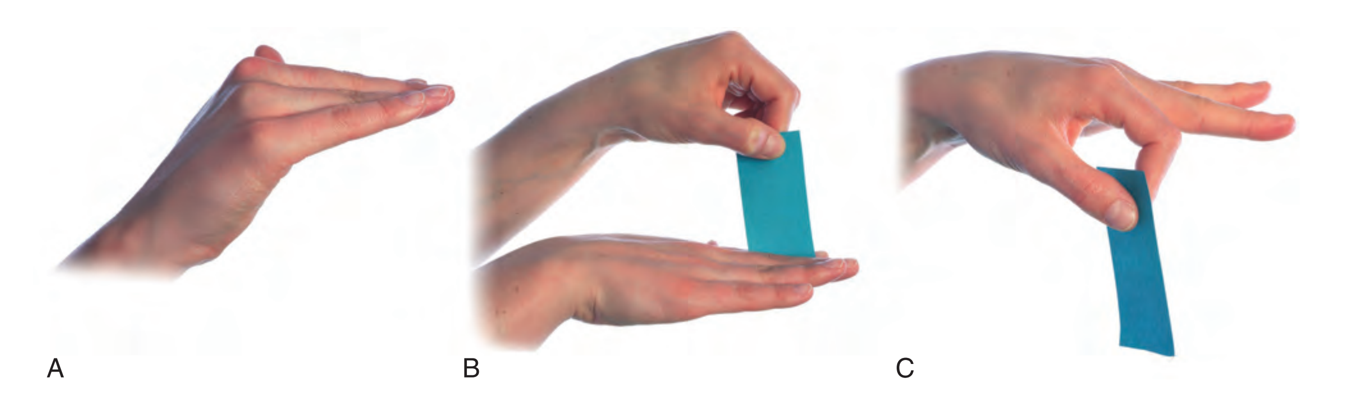


Figure 7.125 Fonctions motrices du nerf médian et du nerf ulnaire à la main. **A.** Flexion des articulations métacarpophalangiennes et extension des articulations interphalangiennes : position intrinsèque plus. **B.** Prise d'un objet entre les doigts. **C.** Prise d'un objet entre la pulpe du pouce et la pulpe des doigts.



muscles thénariens, innervés par le rameau récurrent du nerf médian et transportant les fibres de la racine spinale C8 (T1).

Visualisation des positions des arcades palmaires superficielle et profonde

La situation des arcades palmaires superficielle et profonde peut être imaginée en utilisant les points de repère osseux, les éminences musculaires et les plis cutanés (fig. 7.126).

- L'arcade palmaire superficielle est une prolongation de l'artère ulnaire, qui passe latéralement par rapport à l'os pisiforme du poignet. L'arcade s'incurve latéralement à travers la paume en avant des tendons des fléchisseurs dans la main. L'arcade arrive jusqu'au niveau du pli palmaire proximal de la main et se termine latéralement en s'anastomosant avec un vaisseau de taille variable traversant l'éminence thénar en provenance de l'artère radiale à la partie distale de l'avant-bras.
- L'arcade palmaire profonde prend son origine au bord latéral de la paume, profondément par rapport aux tendons des fléchisseurs; elle apparaît entre les bras du 1er et du 2e métacarpiens. Elle s'incurve médialement à travers la paume et se termine en rejoignant la branche profonde de l'artère ulnaire, qui passe à travers la base des muscles hypothénariens entre le pisiforme et le crochet de l'hamatum. L'arcade palmaire profonde est plus proximale dans la paume que l'arcade palmaire superficielle, et se trouve approximativement au milieu de la distance entre la partie distale du poignet et le pli palmaire transverse proximal de la paume.

Repérage des pouls au membre supérieur

Des pouls périphériques peuvent être trouvés en six points du membre supérieur (fig. 7.127).

- Pouls axillaire : l'artère axillaire, dans la fosse axillaire, latéralement au sommet du dôme cutané couvrant le plancher de la fosse axillaire.
- Pouls brachial au bras : l'artère brachiale sur le côté médial du bras dans le sillon entre les muscles du biceps et du triceps brachiaux. C'est le lieu où se mesure habituellement la pression artérielle.
- Pouls brachial dans le pli du coude : l'artère brachiale est au bord médial du tendon du muscle biceps brachial. C'est l'endroit où un stéthoscope est placé pour entendre les pulsations des vaisseaux lorsque l'on prend la pression artérielle.
- Pouls radial sur l'avant-bras distal : l'artère radiale immédiatement en dehors du tendon du muscle fléchisseur radial du carpe. C'est l'endroit le plus courant pour « prendre le pouls ».
- Pouls ulnaire à l'avant-bras distal : l'artère ulnaire est située immédiatement sous le bord latéral du tendon du fléchisseur ulnaire du carpe et proximal au pisiforme.
- Pouls radial dans la tabatière anatomique : l'artère radiale lorsqu'elle croise le côté latéral du poignet entre le tendon du muscle long extenseur du pouce et les tendons des muscles court extenseur et long abducteur du pouce.

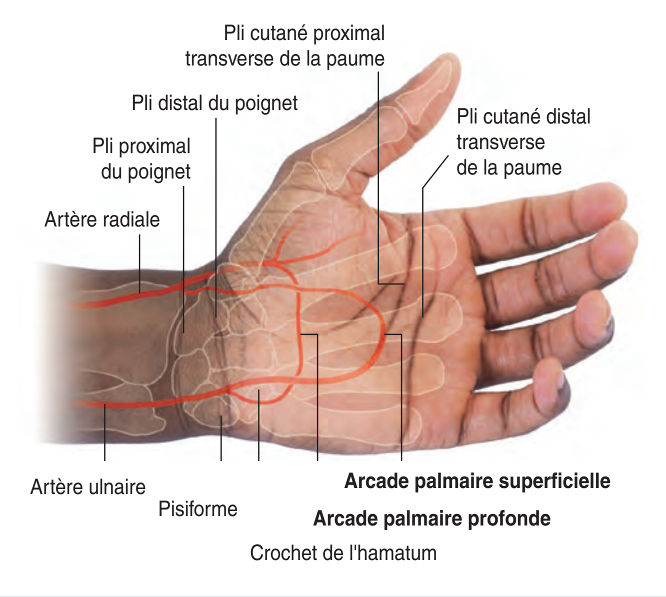


Figure 7.126 Projection des positions des arcades palmaires superficielle et profonde. Le pli palmaire transverse proximal de la paume et le pli distal du poignet sont notés; les arcades palmaires superficielle et profonde sont indiquées. Les positions du pisiforme et du crochet de l'hamatum sont également montrées.

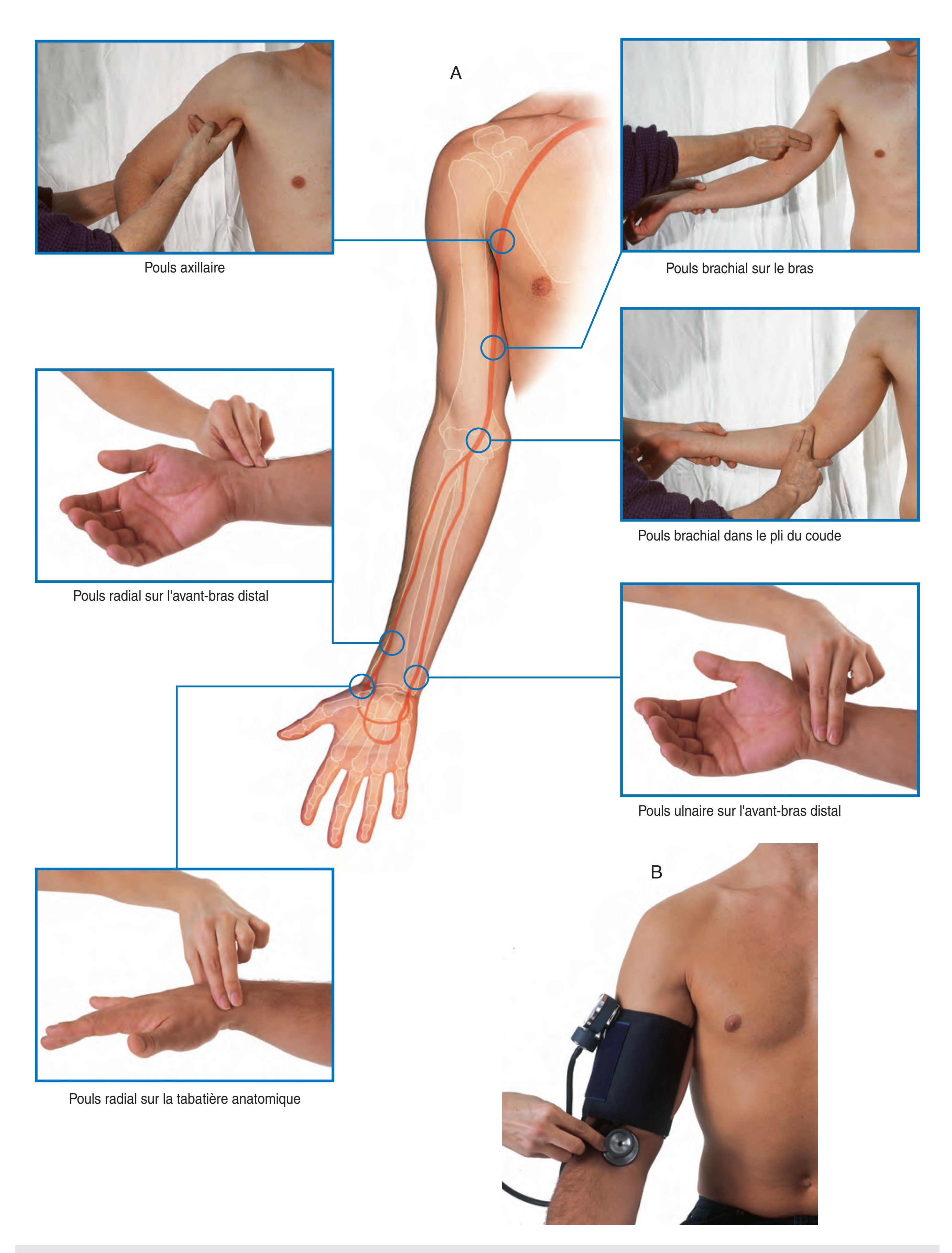


Figure 7.127 Où prendre le pouls de l'artère périphérique au membre supérieur. **A.** Sièges des pulsations. **B.** Emplacement des mesures de pression artérielle (stéthoscope et brassard).



Cas cliniques

Cas 1

SCAPULA ALATA

Une femme de 57 ans subit une mastectomie pour un cancer du sein. Le compte rendu opératoire rapporte que tout le tissu mammaire a été enlevé, y compris le processus axillaire de la glande. De plus, le chirurgien a réséqué les nœuds lymphatiques et la graisse les entourant dans la fosse axillaire. La patiente guérit sans complication.

À la première visite de contrôle, le mari de la patiente indique au chirurgien que celle-ci a désormais une pointe osseuse dans le dos. Le chirurgien, intrigué, demande à la patiente de lui montrer son épine osseuse. À l'examen, l'épine n'est rien d'autre que l'angle inférieur de la scapula, qui apparait basculé vers l'arrière (« en aile »). L'élévation du bras accentue cette saillie de l'épine.

Le bord médial de la scapula est saillant et on distingue une amyotrophie du muscle dentelé antérieur qui fixe la pointe de la scapula.

Le nerf de ce muscle a été lésé.

Durant la chirurgie au niveau de la fosse axillaire, le nerf thoracique long a été sectionné au niveau de son passage le long de la paroi thoracique, sur la face externe du muscle dentelé antérieur, juste au-dessous de la peau et du fascia sous-cutané.

La patiente apprend ainsi que son nerf a été sectionné de manière malencontreuse, mais elle est néanmoins satisfaite d'avoir une explication adéquate de l'origine de son « épine ».

Cas 2

COMPLICATION D'UNE FRACTURE DE LA 1RE CÔTE

Une femme de 25 ans est impliquée dans un accident de la voie publique et chute de sa moto. Quand elle est admise aux urgences, elle est inconsciente. Une série d'examens est réalisée, dont une radiographie du thorax. Le radiologue détecte une fracture complexe de la 1re côte à gauche.

Plusieurs éléments importants pour le membre supérieur passent au-dessus de la 1re côte.

Il est important de tester les nerfs du membre et de la main, même s'il est difficile de le faire chez une personne inconsciente. Aussi doit-on utiliser un marteau réflexe pour tester quelques muscles. On peut également tester les réflexes à la douleur chez les patients avec une conscience altérée. La palpation des pouls au niveau des artères axillaire, brachiale, ulnaire et radiale est nécessaire, car une fracture de la 1re côte peut s'accompagner de lésions de l'artère subclavière.

Un drain thoracique est immédiatement inséré à cause d'un pneumothorax. La fracture de la 1re côte a lésé les plèvres viscérale et pariétale, permettant à l'air provenant d'une plaie pulmonaire de s'échapper dans la cavité pleurale. Le poumon s'affaisse et de l'air entre dans la cavité pleurale.

Un tube est inséré entre les côtes pour aspirer l'air et regonfler le poumon.

La 1re côte est une structure profonde à la base du cou. Il n'est pas rare que des côtes soient fracturées après un traumatisme mineur, au cours d'une pratique sportive. Cependant, la 1re côte, qui repose à la base du cou, est entourée de muscles et de tissus mous qui la protègent. Ainsi, un patient avec une fracture de la 1re côte a nécessairement été soumis à un traumatisme considérable, fréquent dans les accidents de la circulation. On doit toujours penser à d'autres blessures possibles dans ce type de lésions, dans les régions cervicale et médiastinale.

Cas 3

COMMENT EXAMINER UNE MAIN

Il est demandé à un interne d'examiner la main d'un patient. Il examine les points suivants.

Système musculosquelettique

L'examen comprend les os, les articulations, les muscles et les tendons. L'interne recherche d'éventuelles anomalies ou atrophies. La connaissance des zones touchées permet d'identifier les nerfs dont ils dépendent. Il palpe les os un par un, notamment le scaphoïde en portant le poignet en adduction. Il examine le mouvement des articulations, qui aurait pu être restreint par une maladie articulaire ou une incapacité de contracter un muscle.

Circulation

La palpation du pouls ulnaire et du pouls radial est nécessaire. L'interne examine le retour capillaire pour déterminer si la main est bien irriguée.

Examen des nerfs

Les trois principaux nerfs de la main doivent être testés.

Nerf médian

Le nerf médian innerve la peau de la face palmaire des trois doigts latéraux, et la moitié latérale du quatrième ainsi que les faces dorsales distales de ces mêmes doigts. Une lésion de ce nerf cause une amyotrophie de l'éminence thénar, une absence d'abduction du pouce et une absence d'opposition du pouce.

Nerf ulnaire

Le nerf ulnaire innerve la peau des faces antérieure et postérieure de l'auriculaire et le côté ulnaire de l'annulaire, la peau recouvrant l'éminence hypothénar et une bande similaire de la peau sur la face postérieure. Parfois, le nerf ulnaire innerve toute la peau de l'annulaire et le côté ulnaire du majeur.

Une lésion du nerf ulnaire cause une atrophie de l'éminence hypothénar, une absence de flexion de l'articulation interphalangienne distale de l'annulaire et de l'auriculaire, et une absence d'abduction et d'adduction des doigts. L'adduction du pouce est aussi affectée.

Nerf radial

Ce nerf innerve une petite surface à la face latérale du 1er métacarpien et la face dorsale du premier espace.

Le nerf radial assure aussi l'extension du poignet, des articulations métacarpophalangiennes et interphalangiennes ainsi que des doigts.

Un simple examen doit comprendre la recherche de l'opposition du pouce qui dépend du nerf médian, la recherche de l'abduction des doigts qui dépend du nerf ulnaire, l'extension du poignet et des doigts ainsi que la sensibilité de la face dorsale du premier espace qui dépendent du nerf radial.

Cas 4

PROBLÈME D'ÉPAULE APRÈS UNE CHUTE SUR UNE MAIN À PLAT

Un homme de 45 ans se présente avec une faiblesse et des douleurs de l'épaule droite. La douleur a commencé à peu près 6 mois auparavant, après une chute sur la main étendue. Le patient se souvient de douleurs minimes de l'épaule, mais sans autre symptôme caractéristique. À part cela, il est en bonne santé.

L'examen de l'épaule indique une amyotrophie marquée des muscles au niveau des fosses supra- et infraépineuses. Le patient est gêné pour amorcer l'abduction de l'épaule et décrit une perte de force pour la rotation latérale de l'humérus.

Les muscles touchés sont donc le supra- et l'infraépineux. La cause de cette perte de force musculaire peut être discutée.

L'atrophie musculaire peut revêtir des origines multiples. La non-utilisation du muscle est la cause la plus fréquente, par exemple, après une immobilisation par plâtre. L'effet inverse peut s'observer : lorsqu'un muscle est utilisé de manière trop intensive, il devient hypertrophique.

Les muscles supra- et infraépineux sont innervés par le nerf suprascapulaire (C5, C6), qui est issu du tronc supérieur du plexus brachial. Étant donné que seuls ces deux muscles sont intéressés, il est hautement probable que l'atrophie musculaire soit due à une atteinte de ce nerf. Cette dénervation peut résulter d'une section nerveuse, d'une compression nerveuse ou d'effets secondaires de certains médicaments.

Le site typique de compression du nerf suprascapulaire se trouve au niveau de l'incisure scapulaire supérieure sur le bord supérieur de la scapula.

Le traumatisme du patient, apparemment mineur, lors de la chute lèse le labrum glénoïdal et provoque l'apparition d'un kyste qui se développe sur le bord antérosupérieur de la scapula et pénètre dans l'incisure spinoglénoïdale. Ce kyste synovial augmente de volume et finit par comprimer le nerf suprascapulaire.

Une excision chirurgicale du labrum glénoïdal lésé et l'exérèse du kyste font disparaître la symptomatologie du patient.

Cas 5

BLOC DU PLEXUS BRACHIAL

Un chirurgien veut réaliser une intervention complexe sur le poignet de son patient et demande à l'anesthésiste d'endormir tout le bras de celui-ci, en le maintenant éveillé. En 20 minutes, l'anesthésiste réalise l'anesthésie locorégionale en injectant 10 ml d'anesthésiant local dans la fosse axillaire. Le chirurgien réalise alors son intervention et le patient ne sent rien.

Le produit anesthésique est injecté dans la fosse axillaire.

Il aurait été impossible d'anesthésier le poignet au niveau de l'avant-bras car le produit anesthésique aurait dû être injecté autour des nerfs ulnaire, médian et radial ; de plus, tous les rameaux cutanés de l'avant-bras devaient être anesthésiées en même temps, ce qui aurait demandé beaucoup de temps et n'aurait pas produit une anesthésie totale.

Les nerfs du membre supérieur sont issus du plexus brachial, qui entoure l'artère axillaire. L'artère axillaire, la veine axillaire et le plexus brachial sont entourés par un fascia qui englobe chaque structure et qui est appelé « gaine axillaire ». En injectant le produit anesthésique dans cet espace clos qu'est la gaine axillaire, tous les nerfs du plexus brachial sont paralysés.

Il est possible, avec le bras du patient en abduction et rotation externe (paume derrière la tête), de palper l'artère axillaire et donc de localiser la position de la gaine axillaire. Une fois que l'artère axillaire a été localisée, avec une petite aiguille on injecte de part et d'autre du vaisseau le produit anesthésiant. Ce produit anesthésiant diffuse le long de la gaine dans la région axillaire. Le plexus brachial qui entoure l'artère axillaire est alors complètement anesthésié et on parle de bloc anesthésique local complet.

« Peut-il y avoir des complications ? » demande le patient.

Les complications potentielles sont : une piqûre de l'aiguille directement dans les rameaux du plexus brachial, une lésion de l'artère axillaire, une injection d'anesthésique local dans l'artère ou la veine. Heureusement, ces complications sont rares entre des mains expérimentées.

Cas 6

COMPRESSION DU NERF MÉDIAN

Une femme âgée de 35 ans consulte son médecin car elle se plaint d'engourdissements et de picotements dans les pulpes des premier, deuxième et troisième doigts (pouce, index et majeur). Les symptômes sont provoqués par l'extension du coude. Une anesthésie locale est aussi constatée à la base de l'éminence thénar.

Le diagnostic de compression du nerf médian est posé.

Le nerf médian est formé à partir des faisceaux latéral et médial du plexus brachial en avant de l'artère axillaire et passe dans le bras en avant de l'artère brachiale, les deux étant placés médialement par rapport au tendon du biceps brachial. Dans l'avant-bras, le nerf chemine dans la loge antérieure et passe en arrière du retinaculum des fléchisseurs au poignet. Il innerve la plupart des muscles de l'avant-bras, les muscles thénariens, les deux muscles lombricaux latéraux, et la peau de la face palmaire des trois doigts latéraux et de l'hémiface latérale du quatrième doigt, de la partie latérale de la paume et de la partie médiane du poignet.

Chez cette patiente, le nerf médian était au début considéré comprimé en arrière du retinaculum des fléchisseurs (syndrome du canal carpien).

Le syndrome du canal carpien est un problème fréquent chez les patients jeunes et d'âge moyen.

Typiquement, le nerf est comprimé dans le canal carpien. Ce syndrome peut être associé à de nombreuses maladies, comme la pathologie thyroïdienne et la grossesse. Rarement, un petit kyste ou une tumeur située dans le canal carpien peuvent aussi comprimer le nerf.

D'autres causes de compression sont possibles comme la ténosynovite chez les patients porteurs de polyarthrite rhumatoïde.

L'étude de la conduction nerveuse a été réalisée pour confirmer le diagnostic clinique.

L'étude de la conduction nerveuse utilise une série de tests qui envoient de petites stimulations électriques le long de différents nerfs pour mesurer la vitesse de conduction nerveuse. La vitesse de conduction nerveuse peut être mesurée et rapportée à la latence. Chez notre patiente, la latence était normale jusqu'au niveau du coude ; cependant, la latence était augmentée sous le coude.

L'étude de la conduction nerveuse indique le site de la compression au coude.

Les données cliniques n'étaient pas cohérentes avec le diagnostic de syndrome du canal carpien. Le clinicien aurait dû être alerté par le fait que la faiblesse présentée par la patiente dépassait l'éminence thénar. Ce cas souligne l'importance de la compréhension de l'anatomie. La compression du nerf dans le canal carpien ne peut pas produire ce type de trouble de la sensibilité, car le petit rameau cutané palmaire du nerf médian qui innerve la région naît en amont du retinaculum des fléchisseurs.

La compression du nerf était due au ligament de Struthers, qui est un vestige embryonnaire du muscle coracobrachial et constitue une variation rare. Dans certains cas, il peut s'ossifier et croiser le nerf, l'artère et la veine en provoquant une compression au cours de l'extension du coude. Bien que cela soit rare et inhabituel, cet exemple illustre le trajet complexe du nerf médian.

Cas 7

IMMOBILISATION DU TENDON DE L'EXTENSEUR DIGITAL

Après une journée d'étude, deux étudiants en médecine décident de prendre un café. Le plus expérimenté des deux propose à son collègue de parier 50 euros qu'il n'est pas capable de soulever une boîte d'allumettes avec un doigt. Ce dernier relève le pari. Son collègue lui demande donc de fermer le poing et de le poser avec les phalanges intermédiaires en contact sur la table, puis d'étendre son majeur tout en maintenant les phalanges intermédiaires de ses autres doigts en contact avec la table. Il place ensuite une boîte d'allumettes sur l'ongle de son majeur et lui demande de la soulever, ce qui s'avère impossible. Le pari relevé est perdu.

L'extension de l'index, du majeur, de l'annulaire et de l'auriculaire est réalisée par le muscle extenseur des doigts.

Le fait de placer son poing fermé avec les phalanges intermédiaires en contact avec la table empêche l'utilisation de ce muscle, et a rendu impossible l'action du majeur pour soulever la boîte d'allumettes. Ce phénomène ne se produit pas si l'on réalise cette expérience avec l'index ou l'auriculaire, ceux-ci pouvant être étendus sans difficulté. En effet, ces deux doigts ne sont pas seulement mobilisés par le muscle extenseur commun des doigts, mais également par, respectivement, le muscle extenseur de l'index et le muscle extenseur du petit doigt.

Cas 8

DÉCHIRURE DU TENDON SUPRAÉPINEUX

Une femme de 70 ans consulte un chirurgien orthopédique pour des douleurs dans l'épaule droite et une impossibilité d'amorcer l'abduction de son épaule. L'examen révèle une perte du volume musculaire de la fosse supraépineuse. Le muscle supraépineux est atrophié.

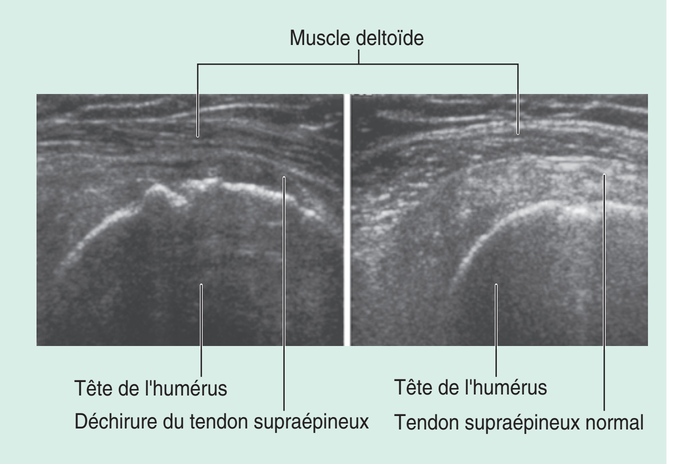
L'abduction de l'humérus au niveau de l'articulation glénohumérale est amorcée par le muscle supraépineux. Lorsque l'épaule est mise en position d'abduction à 10–15°, le muscle deltoïde continue le mouvement. La patiente est capable de lever son bras en soulevant l'articulation glénohumérale ou en l'abaissant vers le bas pour permettre au deltoïde d'intervenir.

La perte de volume du muscle dans la fosse supraépineuse suggère une atrophie du muscle.

Une atrophie du muscle survient lorsqu'un muscle n'est pas utilisé. Le chirurgien orthopédique a évoqué une rupture du tendon supraépineux sous l'acromion, ayant causé une atrophie musculaire.

Le diagnostic est confirmé par échographie.

La patiente est assise sur un tabouret, avec son épaule droite découverte. Sa main est placée sur sa fesse droite. Cette position permet d'effectuer une rotation externe et une extension de l'épaule, qui expose le tendon supraépineux et facilite l'examen aux ultrasons. Les ultrasons révèlent une déchirure complète du tendon avec présence d'un épanchement dans la bourse deltoïde sous-acromiale (e-fig. 7.128). La patiente subit une réparation chirurgicale et obtient une bonne récupération.



e-Figure 7.128 Échographie montrant une déchirure complète du tendon supraépineux avec présence de liquide dans la bourse sous-deltoïdienne et sous-acromiale.

Cas 9

PROBLÈME D'ÉPAULE

Un lanceur au baseball âgé de 35 ans se présente à la consultation pour une histoire de luxation récidivante d'épaule (e-fig. 7.129). Une IRM a été réalisée pour étudier l'articulation de l'épaule avant tout traitement.

L'IRM montre les structures anatomiques dans plusieurs plans, ce qui permet au clinicien d'avoir une vue globale de l'épaule et d'analyser les structures intra- ou extra-articulaires qui peuvent avoir été lésées et justifient une réparation chirurgicale.

L'IRM montre une encoche dans la partie postérieure et supérieure de la tête humérale et un petit fragment osseux et le labrum glénoïdal qui ont été arrachés du bord antérieur et inférieur de la cavité glénoïdale.



e-Figure 7.129 La radiographie en vue antéropostérieure montre une luxation antéro-inférieure de la tête humérale au niveau de l'articulation glénohumérale.

La luxation de l'épaule n'est pas rare et peut survenir isolément ou de manière récidivante après traumatismes répétés. Les luxations récidivantes peuvent être bilatérales et symétriques (instabilité acquise post-traumatique ou constitutionnelle).

Les données de l'IRM sont typiques d'une luxation antéro-inférieure, qui est le type le plus fréquent ; de plus, l'IRM témoigne des lésions qui surviennent dans l'articulation au moment de la luxation. Ces lésions comprennent l'enfoncement de la partie postérosupérieure de la tête humérale sur le bord antéro-inférieur de la cavité glénoïdale. Ce type de lésion, en cas de récidive, peut arracher un petit fragment du labrum glénoïdal, et dans certains cas il peut aussi avulser un petit fragment d'os (lésion de Bankart). Lorsque l'épaule est réduite, l'intégrité de l'insertion antéro-inférieure de la capsule a été interrompue, ce qui place l'épaule dans les conditions favorables à une nouvelle luxation.

Une intervention par arthroscopie est réalisée.

L'arthroscopie de l'épaule est une méthode confirmée pour étudier l'épaule. Les points d'entrée sont antérieur et postérieur, et de petits trous dans la capsule sont faits par voie percutanée. La cavité articulaire glénohumérale est remplie de solution saline, ce qui la distend, permettant de mobiliser l'arthroscope dans l'articulation et d'inspecter les surfaces articulaires et le labrum. Le labrum et le petit fragment osseux ont été refixés et suturés grâce à des ancres (principes proches de l'agrafage). La face antérieure de la capsule a aussi été remise en tension.

Le patient a récupéré sans complication.

Après l'intervention, le bras a été maintenu en rotation interne et adduction. Des exercices doux et de la physiothérapie ont été pratiqués, et le patient a pu reprendre le baseball.

8

Tête et cou

Vue globale 799

Anatomie régionale 817

Fabrice Duparc

Vue globale

INTRODUCTION

La tête et le cou sont des régions complexes du corps.

Tête

Principales régions

La tête est composée d'une série de compartiments formés d'os et de tissus mous. Ce sont :

- la cavité crânienne ;
- les deux oreilles ;
- les deux orbites ;
- les deux cavités nasales ;
- une cavité orale (fig. 8.1).

La **cavité crânienne** est le plus volumineux compartiment et contient le cerveau et les membranes associées (méninges).

La plus grande partie de l'**appareil auditif** est contenue dans l'un des os qui constituent la base du crâne. Les parties latérales des **oreilles** sont développées sur les côtés.

Les deux **orbites** contiennent les yeux. Ce sont des cavités en forme de cônes situées sous la partie antérieure de la cavité crânienne, et dont le sommet est dirigé en arrière et en dedans. Les parois des orbites sont osseuses, alors que la base de chaque cavité conique peut être ouverte et fermée par les paupières.

Les **cavités nasales** constituent les parties supérieures de l'appareil respiratoire et sont situées entre les orbites. Elles sont limitées par des parois, des planchers et des toits qui sont surtout formés d'os et de cartilage. Les cavités nasales s'ouvrent en avant par les **narines** et en arrière par les **choanes** (**ouvertures postérieures des fosses nasales**).

En continuité avec les cavités nasales, des prolongements remplis d'air (**sinus paranasaux**) s'étendent en dehors en haut et en arrière dans l'épaisseur des os voisins. Le plus grand, le **sinus maxillaire**, se situe sous la cavité orbitaire.

La **cavité orale** est située sous les cavités nasales, dont elle est séparée par le **palais dur** et le **palais mou**. Le plancher de la cavité orale est uniquement formé de tissus mous.

L'ouverture antérieure de la cavité orale est la **fente orale** (bouche), et l'ouverture postérieure est l'**isthme du gosier** (isthme oropharyngien). À la différence des narines et des choanes, qui sont en permanence ouvertes, la fente orale et l'isthme oropharyngien peuvent être ouverts ou fermés par les tissus mous voisins.

Figure 8.1 Principales régions de la tête.

Autres régions anatomiques

Avec les principaux compartiments de la tête, deux autres régions anatomiques (les fosses infratemporales et ptérygopalatine) constituent de chaque côté des zones de transition d'un compartiment à l'autre (fig. 8.2). La face et le scalp sont aussi des zones anatomiques bien définies de la tête et participent aux surfaces externes.

La **fosse infratemporale** est une zone comprise entre la partie postérieure (branche) de la mandibule et une région osseuse aplatie (lame latérale du processus ptérygoïde) juste en arrière de la portion postérieure de la joue (os maxillaire). Cette fosse, bordée par de l'os et des parties molles, est le lieu de passage de l'un des principaux nerfs crâniens, le nerf mandibulaire (rameau mandibulaire du nerf trijumeau [V_3]), qui chemine entre les fosses crânienne et orale.

La **fosse ptérygopalatine**, de chaque côté, est située derrière la portion supérieure de la joue. Cette petite fosse communique avec la cavité crânienne, la fosse infratemporale, l'orbite, la cavité nasale et la cavité orale. Une structure majeure traversant la fosse ptérygopalatine est le nerf maxillaire (rameau maxillaire du nerf trijumeau [V_2]).

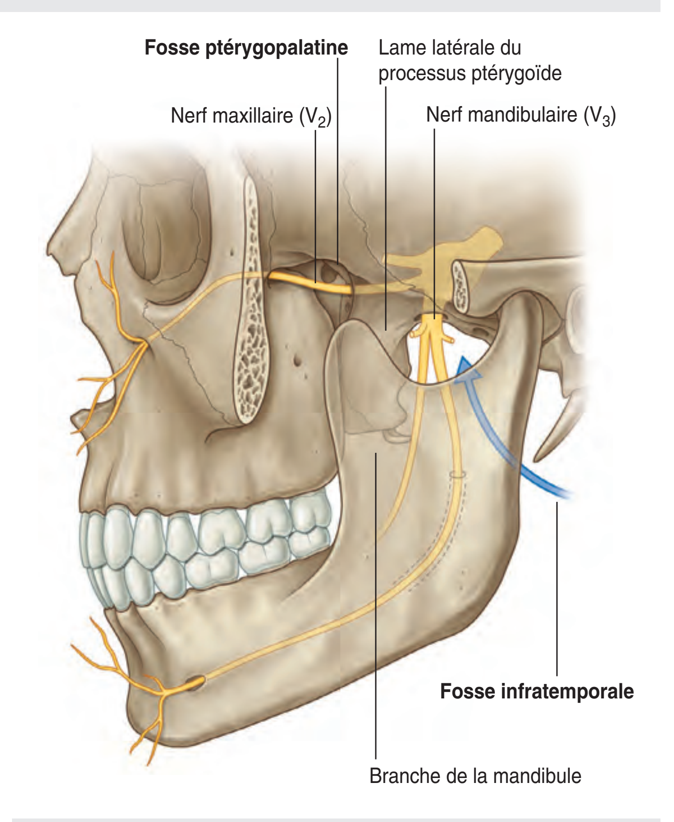


Figure 8.2 Zones de transition d'un compartiment de la tête à l'autre.

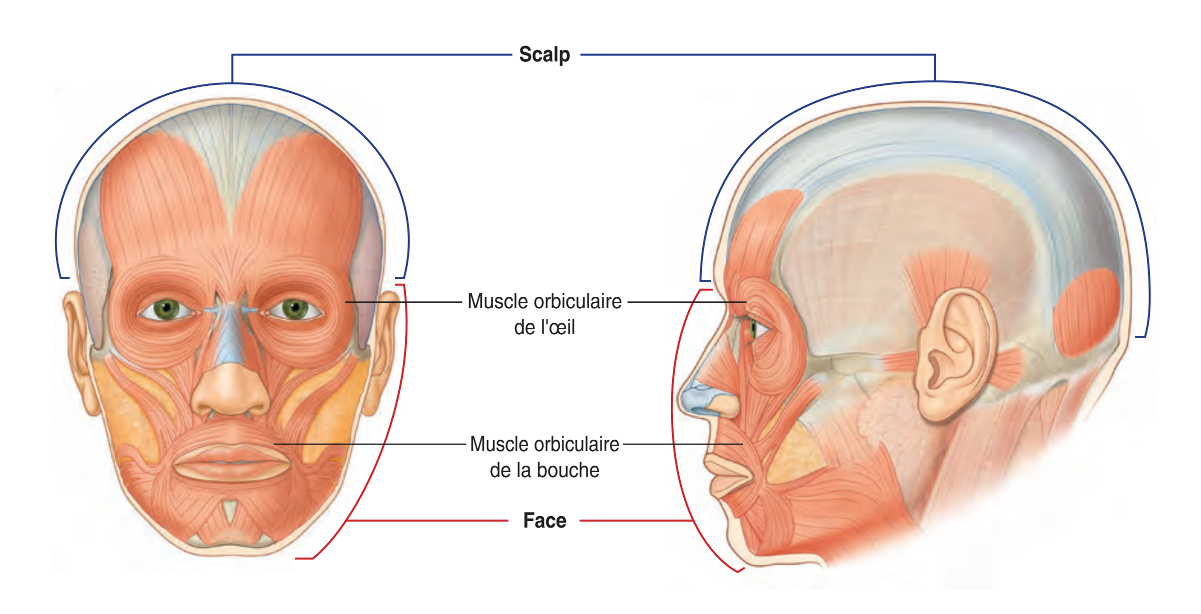


Figure 8.3 Muscles de la face.

La **face** est la partie antérieure de la tête et contient un unique groupe de muscles qui mobilisent la peau par rapport au plan osseux sous-jacent et contrôlent l'ouverture antérieure des orbites et de la cavité orale (fig. 8.3).

Le **scalp** couvre les régions supérieure, postérieure et latérales de la tête.

Cou

Le **cou** se situe entre la tête en haut et les épaules et le thorax en bas (fig. 8.4). Sa limite supérieure suit le bord inférieur de la mandibule et les reliefs osseux de la partie postérieure du crâne. La partie postérieure du cou est plus haute que la partie antérieure, permettant la connexion des viscères du cou avec les ouvertures postérieures des cavités nasales et orale.

La limite inférieure du cou suit le bord supérieur du sternum, la clavicule et l'acromion, prolongement osseux de la scapula. En arrière, la limite inférieure du cou est moins bien définie, mais correspond approximativement à une ligne tracée entre l'acromion et le processus épineux de la vertèbre CVII, qui est proéminent et aisément palpable. Cette limite inférieure du cou correspond à la **base du cou**.

Les régions du cou

Le cou comprend quatre régions principales (fig. 8.5), qui sont entourées par un plan fasciomusculaire externe.

- La région vertébrale contient les vertèbres cervicales et les muscles de maintien associés.
- La région viscérale contient des glandes importantes (thyroïde, parathyroïde et thymus), et les portions des appareils respiratoire et digestif qui cheminent de la tête vers le thorax.

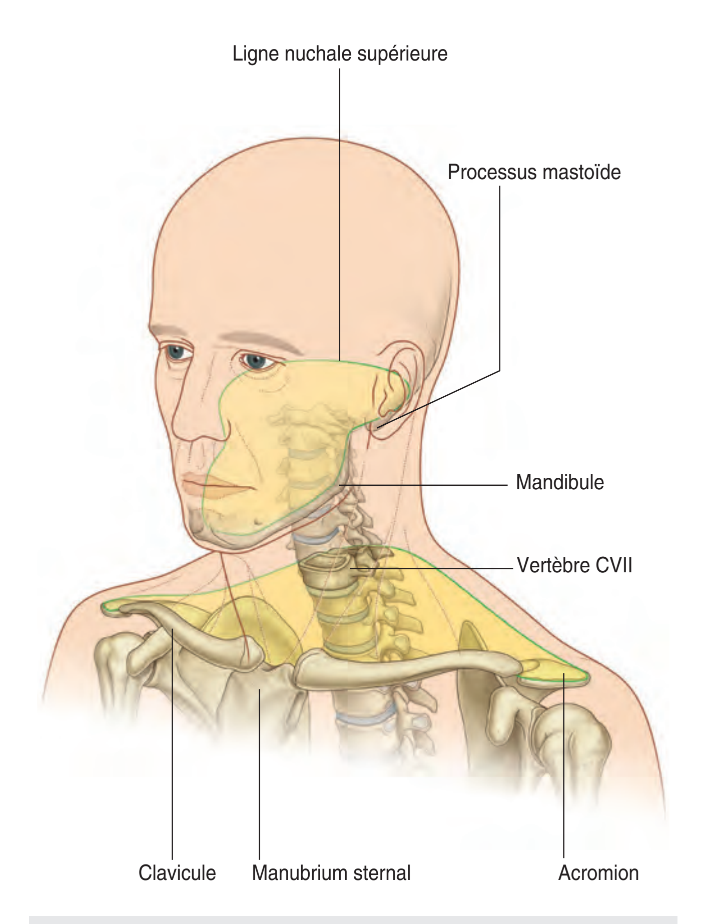


Figure 8.4 Limites du cou.

- Les deux compartiments vasculaires, un de chaque côté, contiennent les principaux vaisseaux sanguins et les nerfs vagues.



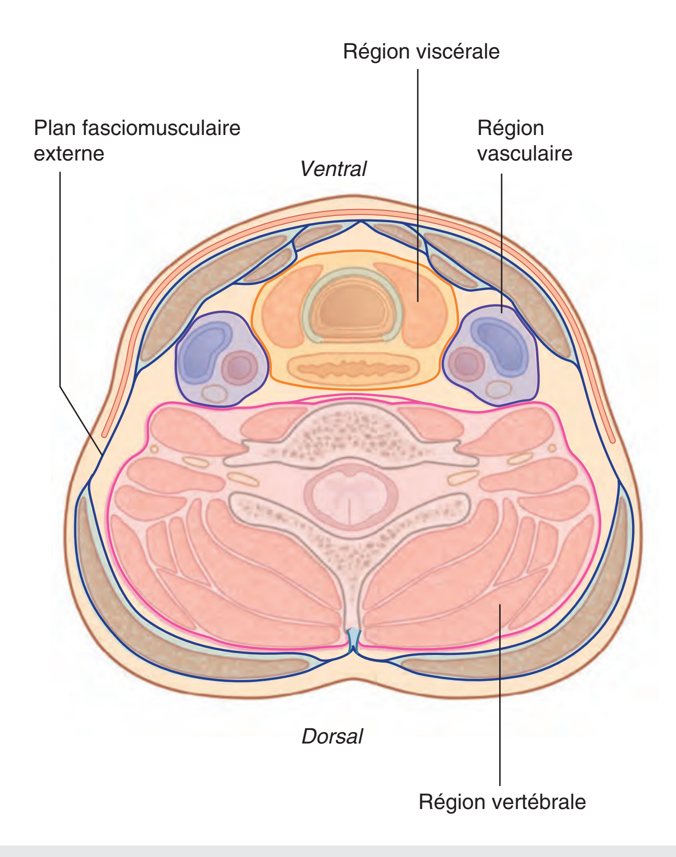


Figure 8.5 Principales régions du cou.

Larynx et pharynx

Le cou contient deux structures associées aux appareils respiratoire et digestif – le larynx et le pharynx.

Le **larynx** (fig. 8.6) est la partie supérieure des voies aériennes inférieures, et est attaché en bas à la trachée, et en haut, par une membrane souple, à l'os hyoïde, qui est lui-même attaché au plancher de la cavité orale. Plusieurs cartilages forment l'architecture de soutien du larynx, qui présente une cavité centrale. Les dimensions de ce canal central sont modifiées par des structures souples associées à la paroi du larynx. Les plus importantes de ces structures sont les deux cordes vocales, latéralement, qui sont placées l'une en face de l'autre de chaque côté de la cavité laryngée. L'ouverture supérieure du larynx (**entrée du larynx**) est inclinée en arrière, et en continuité avec le pharynx.

Le **pharynx** (fig. 8.6) est une cavité en forme d'hémicylindre dont les parois sont constituées de muscles et d'un fascia, et attachées en haut à la base du crâne, et en bas à la marge de l'œsophage. De chaque côté, les parois de l'hémicylindre sont attachées aux faces latérales des cavités nasales, à la cavité orale et au larynx. Les deux cavités nasales, la cavité orale et le larynx s'ouvrent à la partie antérieure du pharynx, et l'œsophage lui fait suite en bas.

La partie du pharynx située en arrière des fosses nasales est le **nasopharynx**. Les parties situées en arrière de la cavité orale et du larynx sont respectivement l'**oropharynx** et le **laryngopharynx**.

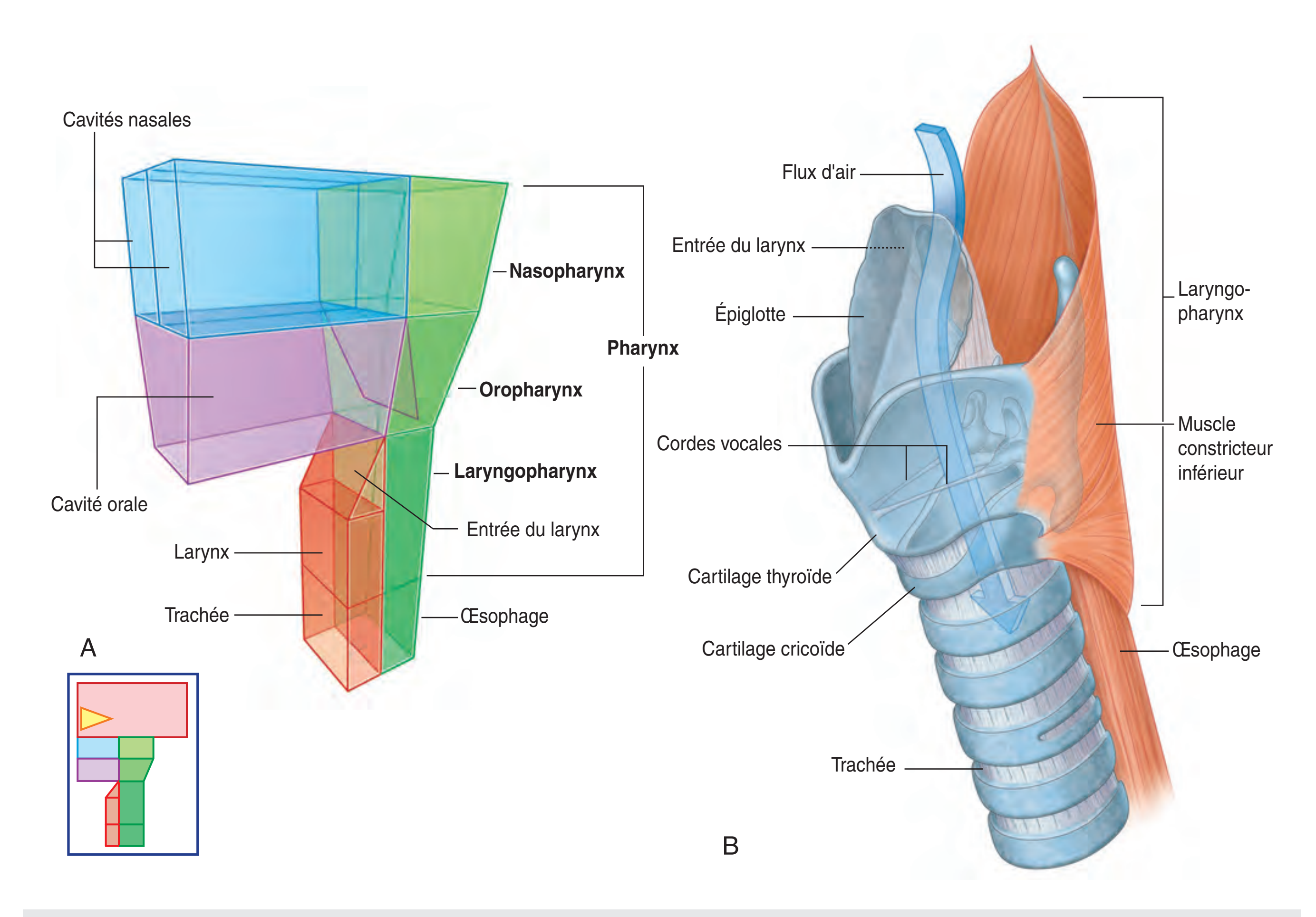


Figure 8.6 Structures particulières du cou. **A.** Organisation générale **B.** Vue anatomique.

FONCTIONS

Protection

La tête contient et protège le cerveau ainsi que tous les systèmes récepteurs associés aux fonctions sensorielles – les cavités nasales avec l'olfaction, les orbites avec la vision, les oreilles avec l'audition et l'équilibration, et la cavité orale avec le goût.

Situation des parties supérieures des appareils respiratoire et digestif

La tête contient les portions supérieures des systèmes respiratoire et digestif – les cavités nasales et orale – qui ont pour rôle la modification de l'air et des aliments dans ces appareils.

Communication

La tête et le cou participent à la communication. Les sons produits par le larynx sont modifiés par le pharynx et la cavité orale pour produire la parole. De plus, les muscles de l'expression faciale ajustent les contours pour transmettre les signaux non verbaux.

Orientation de la tête

Le cou supporte et oriente la tête. Il permet à un individu d'orienter les systèmes sensoriels de la tête vers les éléments de son environnement sans mobiliser le corps entier.

Continuité des tractus digestif et respiratoire supérieurs et inférieurs

Le cou contient des structures spécialisées (pharynx et larynx) qui assurent la continuité entre les portions supérieures des appareils digestif et respiratoire (cavités orale et nasales) situées dans la tête, avec l'œsophage et la trachée, qui naissent relativement bas dans le cou et pénètrent dans le thorax.



ÉLÉMENTS ANATOMIQUES

Crâne

De nombreux os de la tête forment ensemble le crâne (fig. 8.7A). La plupart de ces os sont réunis entre eux par des **sutures**, qui constituent des articulations fibreuses dépourvues de mobilité (fig. 8.7B).

Chez le fœtus et le nouveau-né, de grandes zones membraneuses et non ossifiées (**fontanelles**) entre les os du crâne, et plus particulièrement entre les os plats qui forment le sommet de la cavité crânienne (fig. 8.7C), permettent :

- la déformation de la tête pendant l'expulsion lors de l'accouchement ;
- la croissance postnatale.

La plupart des fontanelles se ferment pendant la première année de vie. L'ossification complète des fins tissus conjonctifs ligamentaires qui séparent les os sur les lignes de suture commence avant l'âge de 30 ans et est complète habituellement entre l'âge de 50 et 60 ans.

Il n'y a que trois paires d'articulations synoviales de chaque côté de la tête. Les plus importantes sont les articulations temporomandibulaires, entre la mâchoire inférieure (mandibule) et l'os temporal. Les deux autres articulations se situent entre les trois petits os de l'oreille moyenne, le malleus, l'incus et le stapes.

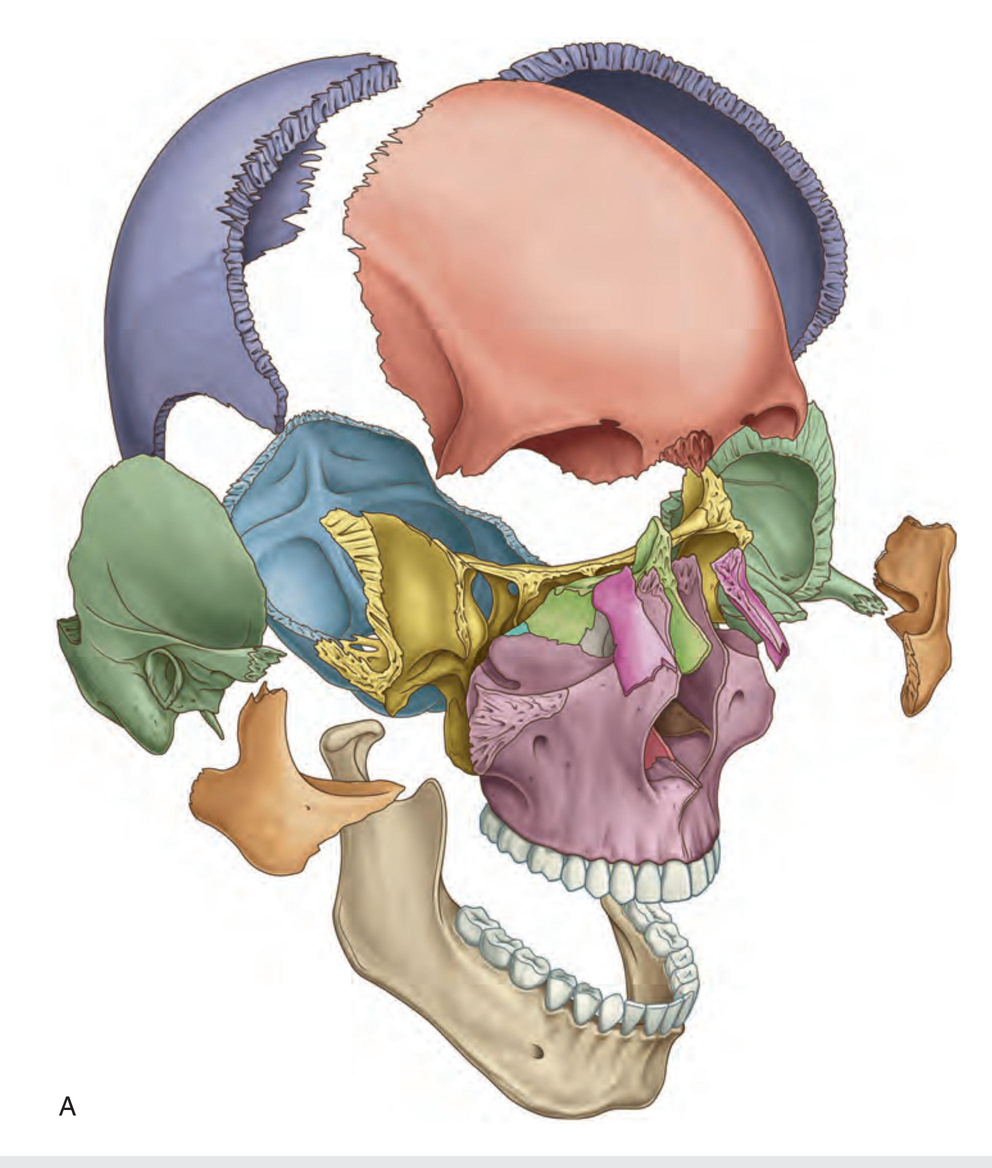


Figure 8.7 Crâne. **A.** Os. Crâne.

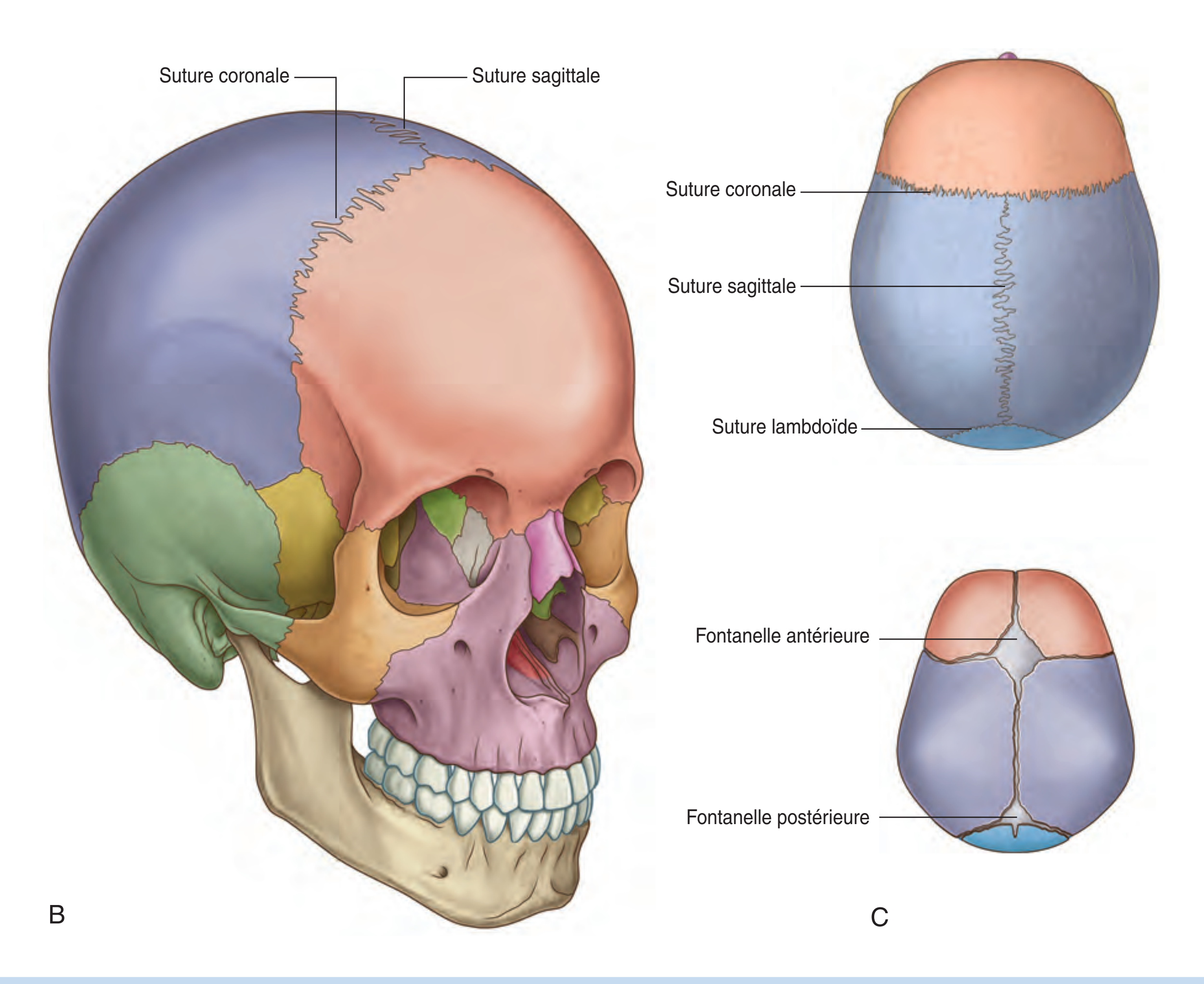


Figure 8.7 Suite **B.** Sutures. **C.** Fontanelles et suture lambdoïde.

Vertèbres cervicales

Les sept vertèbres cervicales forment l'armature osseuse du cou.

Les vertèbres cervicales (fig. 8.8A) sont caractérisées par :

- des corps de petite taille ;
- des processus épineux bifides ;
- des processus transverses qui présentent un foramen (**foramen transversaire**).

Les foramens transversaires forment ensemble un canal longitudinal de chaque côté de la colonne vertébrale cervicale pour les vaisseaux sanguins (artère et veines vertébrales) qui y cheminent de la base du cou à la cavité crânienne.

Figure 8.8 Vertèbres cervicales. **A.**Vertèbre type. **B.** Atlas – vertèbre CI (vue supérieure). **C.** Axis – vertèbre CII (vue antérieure). **D.** Atlas et axis (vue antérolatérale). **E.** Articulation atloïdo-occipitale (vue postérieure).

Les processus transverses des vertèbres cervicales portent des **tubercules antérieurs** et **postérieurs** sur lesquels s'insèrent des muscles. Les tubercules antérieurs dérivent des mêmes éléments embryologiques que ceux dont sont originaires les côtes dans la région thoracique. Parfois, des côtes cervicales se développent à partir de ces éléments, particulièrement au niveau des vertèbres cervicales inférieures.

Les deux vertèbres cervicales supérieures (CI et CII) sont modifiées pour autoriser les mouvements de la tête (fig. 8.8B-E) (voir aussi chapitre 2).

Os hyoïde

L'os hyoïde est un petit os en forme de U (fig. 8.9A), orienté dans le plan horizontal juste au-dessus du larynx, où il peut être palpé et mobilisé d'un côté à l'autre.

- Le **corps de l'os hyoïde** est antérieur et forme la base du U.
- Les deux branches du U (**grandes cornes**) se projettent en arrière des extrémités latérales du corps.

L'os hyoïde ne s'articule avec aucun autre élément squelettique de la tête et du cou.

L'os hyoïde est très mobile et constitue un support d'insertion osseuse de plusieurs muscles et structures fibreuses de la tête et du cou. Il se situe à l'interface de trois compartiments, auxquels il est attaché :

- au-dessus, le plancher de la cavité orale ;
- en dessous, le larynx ;
- en arrière, le pharynx (fig. 8.9B).

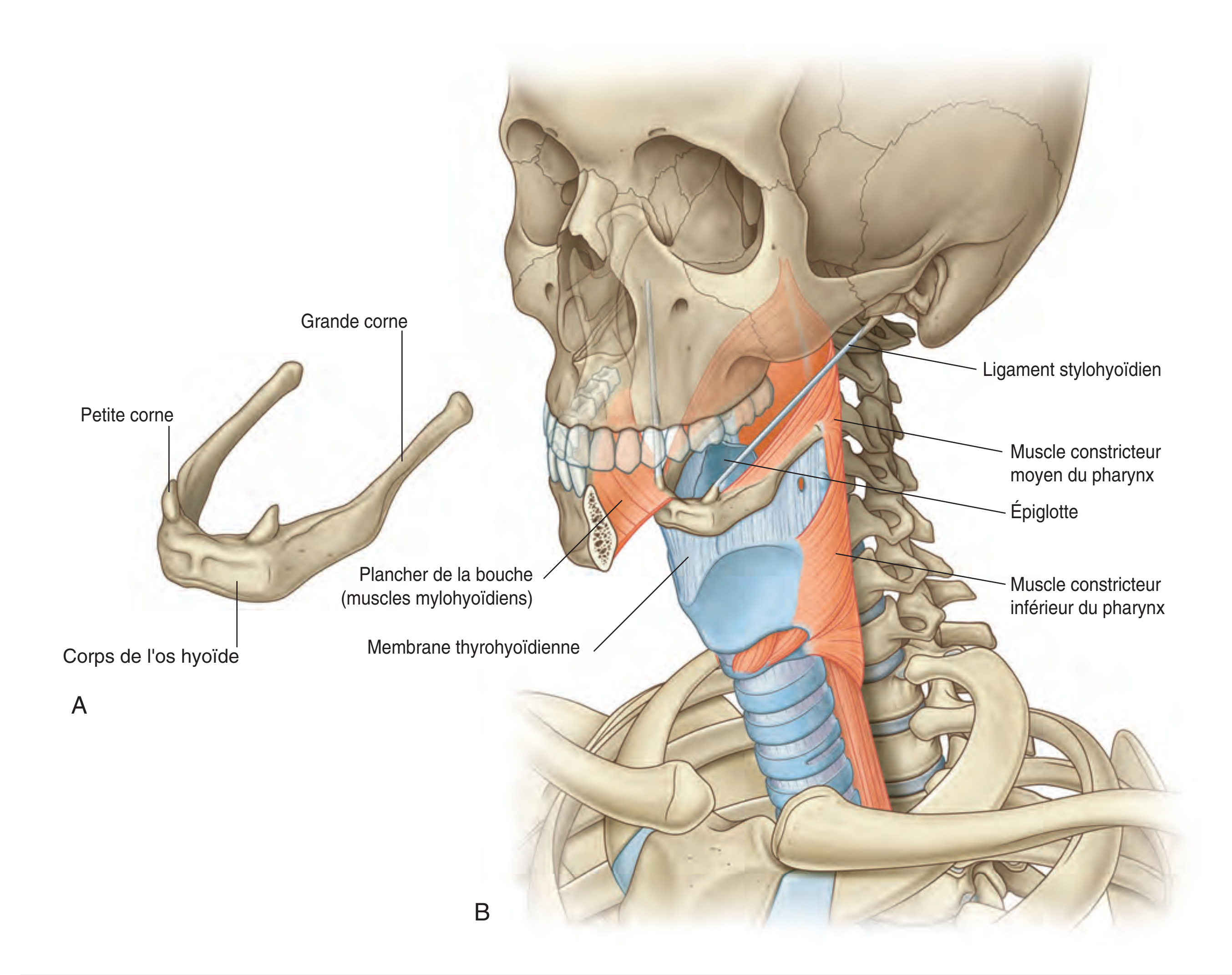


Figure 8.9 Os hyoïde **A.** Os. **B.** Points d'attache.



Palais mou

Le palais mou est une structure constituée de tissus fibreux encastrée dans la partie postérieure du palais rigide (fig. 8.10A) avec un bord postérieur libre. Il peut être élevé ou abaissé par des muscles (fig. 8.10B).

Le palais mou et les structures voisines peuvent être clairement vus lorsque la bouche est ouverte.

Muscles

Les muscles squelettiques de la tête et du cou peuvent être groupés selon la fonction, l'innervation et l'origine embryologique.

Dans la tête

Les groupes musculaires de la tête comprennent :

- les muscles extraoculaires (moteurs du bulbe oculaire et élévateurs de la paupière supérieure) ;
- les muscles de l'oreille moyenne (ajustent les mouvements des os de l'oreille moyenne) ;
- les muscles de la mimique (mobilisent la face) ;
- les muscles de la manducation (mobilisent la joue et l'articulation temporomandibulaire) ;
- les muscles du palais mou (élèvent et abaissent le palais) ;
- les muscles de la langue (mobilisent et modifient le contour de la langue).

Dans le cou

Dans le cou, les groupes musculaires comprennent :

- les muscles du pharynx (constricteurs et élévateurs du pharynx) ;
- les muscles du larynx (ajustent les dimensions des voies aériennes) ;
- les muscles de soutien, muscles en forme de bandes (véritable sangle musculaire qui assure la position du larynx et de l'os hyoïde dans le cou) ;
- les muscles périphériques du cou (mobilisent la tête et le membre supérieur) ;
- les muscles de la posture dans la région musculaire du cou (position du cou et de la tête).

Figure 8.10 Palais mou. **A.** Position. **B.** Muscles.

RAPPORTS AVEC LES AUTRES RÉGIONS

Thorax

L'**ouverture supérieure du thorax** communique directement avec la base du cou (fig. 8.11). Les structures qui vont de la tête au thorax cheminent à travers l'ouverture supérieure du thorax et la région viscérale du cou. À la base du cou, la trachée est immédiatement en avant de l'œsophage, qui est lui-même directement en avant du rachis. Des artères, des veines et des nerfs importants se placent en avant et latéralement par rapport à la trachée.

Membres supérieurs

Il existe un défilé axillaire (hile du membre supérieur) de chaque côté de l'ouverture supérieure du thorax à la base du cou (fig. 8.11) :

- certaines structures vasculaires passent sur la 1re côte pour traverser le défilé axillaire et gagner le thorax ;
- les constituants cervicaux du plexus brachial proviennent directement du cou pour pénétrer dans le muscle supérieur par le défilé axillaire.

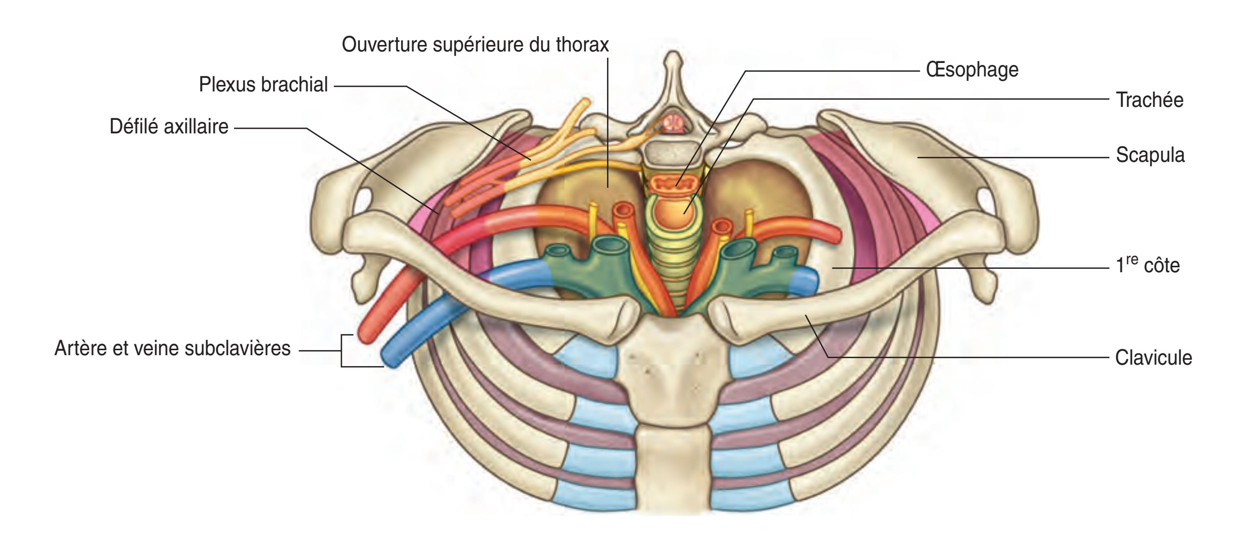


Figure 8.11 Ouverture supérieure du thorax et défilés axillaires.



POINTS CLÉS

Niveaux vertébraux CIII–IV et CV–CVI

Dans le cou, les deux niveaux vertébraux importants sont (fig. 8.12) :

- entre CIII et CIV, approximativement en regard du bord supérieur du cartilage thyroïde du larynx (qui est palpable), ce qui correspond au niveau de bifurcation des principales artères du cou (les **artères carotides communes**) en artères carotides interne et externe ;
- entre CV et CVI, ce qui correspond à la limite inférieure du pharynx et du larynx, et à la limite supérieure de la trachée et de l'œsophage – le relief entre le cartilage cricoïde du larynx et le premier anneau trachéal peut être palpé.

L'artère carotide interne ne donne pas de branche dans le cou et monte dans le crâne pour vasculariser le cerveau. Elle irrigue aussi l'œil et l'orbite. D'autres régions de la tête et du cou sont vascularisées par des branches de l'artère carotide externe.

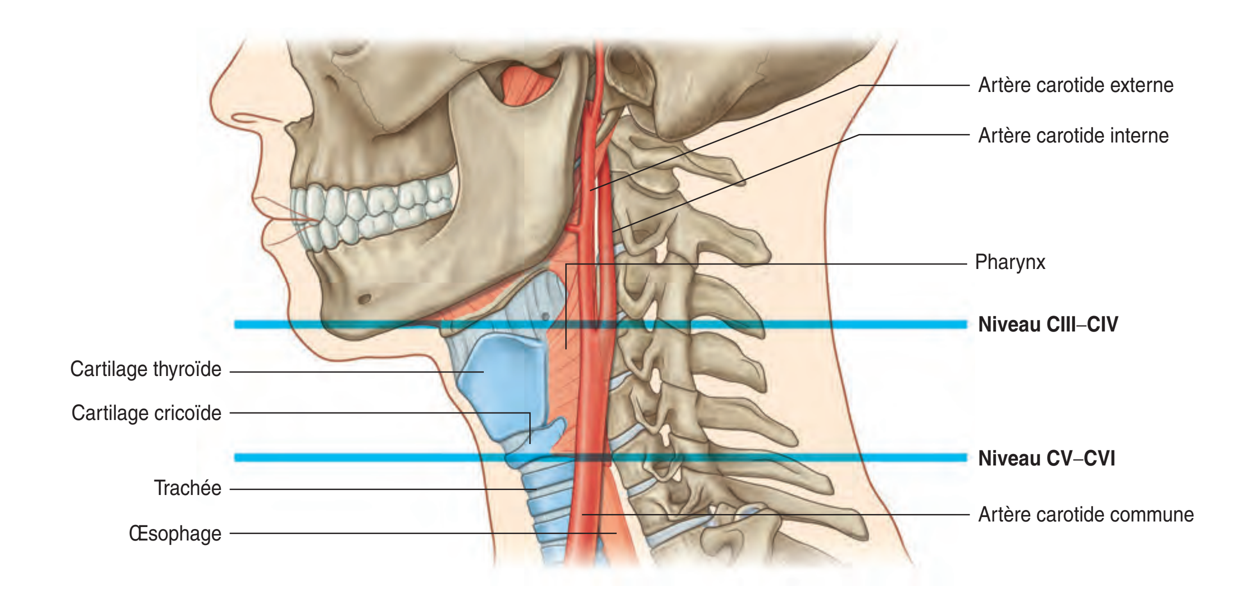


Figure 8.12 Niveaux vertébraux importants (CIII–CIV et CV–CVI).

Voie aérienne dans le cou

Le larynx (fig. 8.13) et la trachée sont en avant du tube digestif dans le cou, et peuvent être directement accessible lorsque les parties supérieures de l'appareil respiratoire sont obturées. Une **cricothyrotomie** constitue la voie d'accès la plus rapide à travers le **ligament cricothyroïdien** (membrane cricovocale, membrane cricothyroïdienne) entre les cartilages cricoïde et thyroïde du larynx. Le ligament peut être palpé sur la ligne médiane, et habituellement il n'est recouvert que par des petits vaisseaux, du tissu conjonctif et de la peau (et parfois un petit lobe de la glande thyroïde, le lobe pyramidal). À un niveau inférieur, la voie aérienne peut être abordée chirurgicalement à travers la paroi antérieure de la trachée par une **trachéotomie**. Cet abord trachéal est compliqué par la présence de grosses veines et d'une partie de la glande thyroïde qui recouvre cette région.

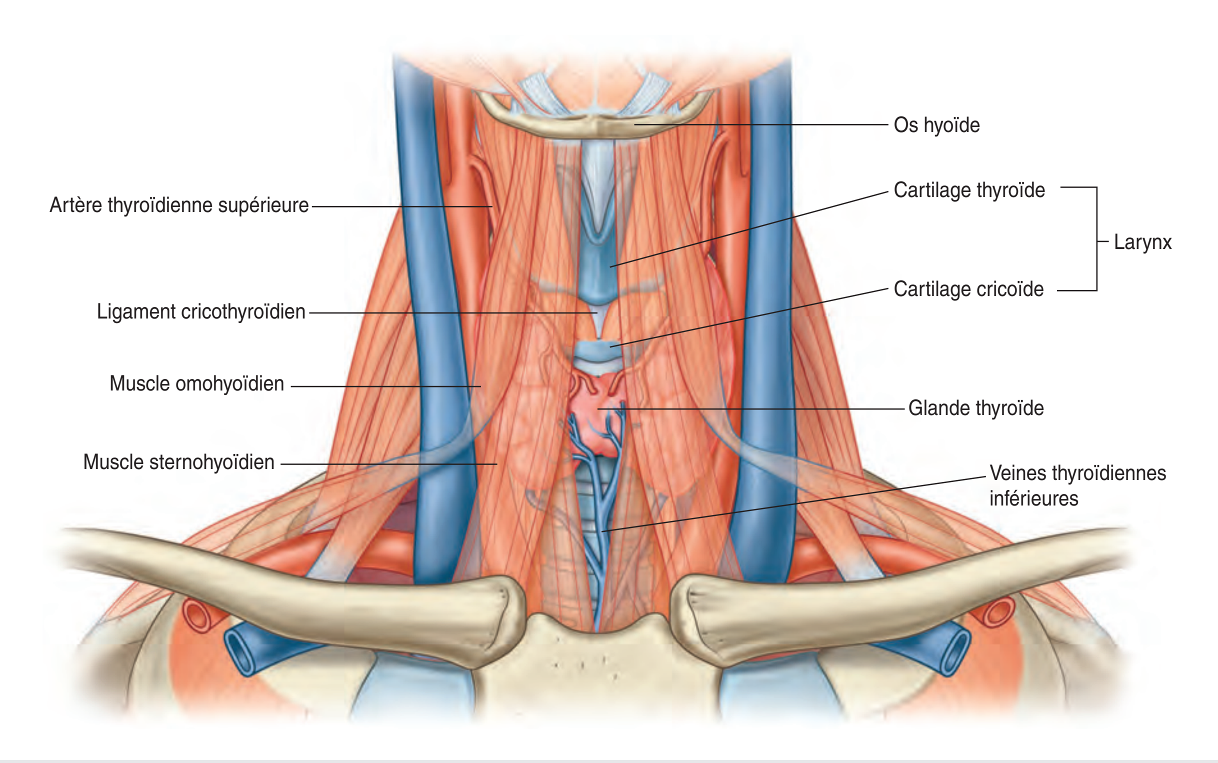


Figure 8.13 Larynx et structures associées dans le cou.



Nerfs crâniens

Il existe 12 paires de nerfs crâniens et leur caractéristique commune est leur sortie de la cavité crânienne à travers des foramens ou des fissures.

Tous les nerfs crâniens innervent des structures de la tête et du cou. De plus, le **nerf vague(X)** descend dans le cou puis le thorax et l'abdomen, où il innerve les viscères.

Les fibres parasympathiques dans la tête sont transportées hors du cerveau sous la forme de parties de quatre nerfs crâniens – le nerf oculomoteur (III), le nerf facial (VII), le nerf glossopharyngien (IX) et le nerf vague (X) (fig. 8.14). Les fibres parasympathiques contenues dans le nerf oculomoteur (III), le nerf facial (VII) et le nerf glossopharyngien (IX), destinées à des tissus cibles de la tête, quittent ces nerfs et se distribuent avec des rameaux du nerf trijumeau (V).

Le nerf vague (X) quitte la tête et le cou pour donner des fibres parasympathiques aux viscères thoraciques et abdominaux.

Figure 8.14 Nerfs crâniens et innervation parasympathique.

Nerfs cervicaux

Les nerfs cervicaux sont au nombre de huit (C1 à C8) :

- C1 à C7 émergent du canal vertébral au-dessus de leurs vertèbres respectives ;
- C8 émerge entre CVII et TI (fig. 8.15A).

Les rameaux antérieurs de C1 à C4 forment le **plexus cervical**. Les rameaux principaux de ce plexus innervent les muscles de soutien, le diaphragme (nerf phrénique), la peau des parties antérieure et latérales du cou, la peau de la partie supérieure de la paroi thoracique et la peau des parties inférieures de la tête (fig. 8.15B).

Les rameaux antérieurs de C5 à C8, avec un important contingent du rameau antérieur de T1, forment le **plexus brachial** qui innerve le membre supérieur.

Séparation fonctionnelle des appareils digestif et respiratoire

Le pharynx est une chambre commune pour les tractus digestif et respiratoire. En conséquence, la respiration peut se faire par la bouche aussi bien que par le nez, et le contenu

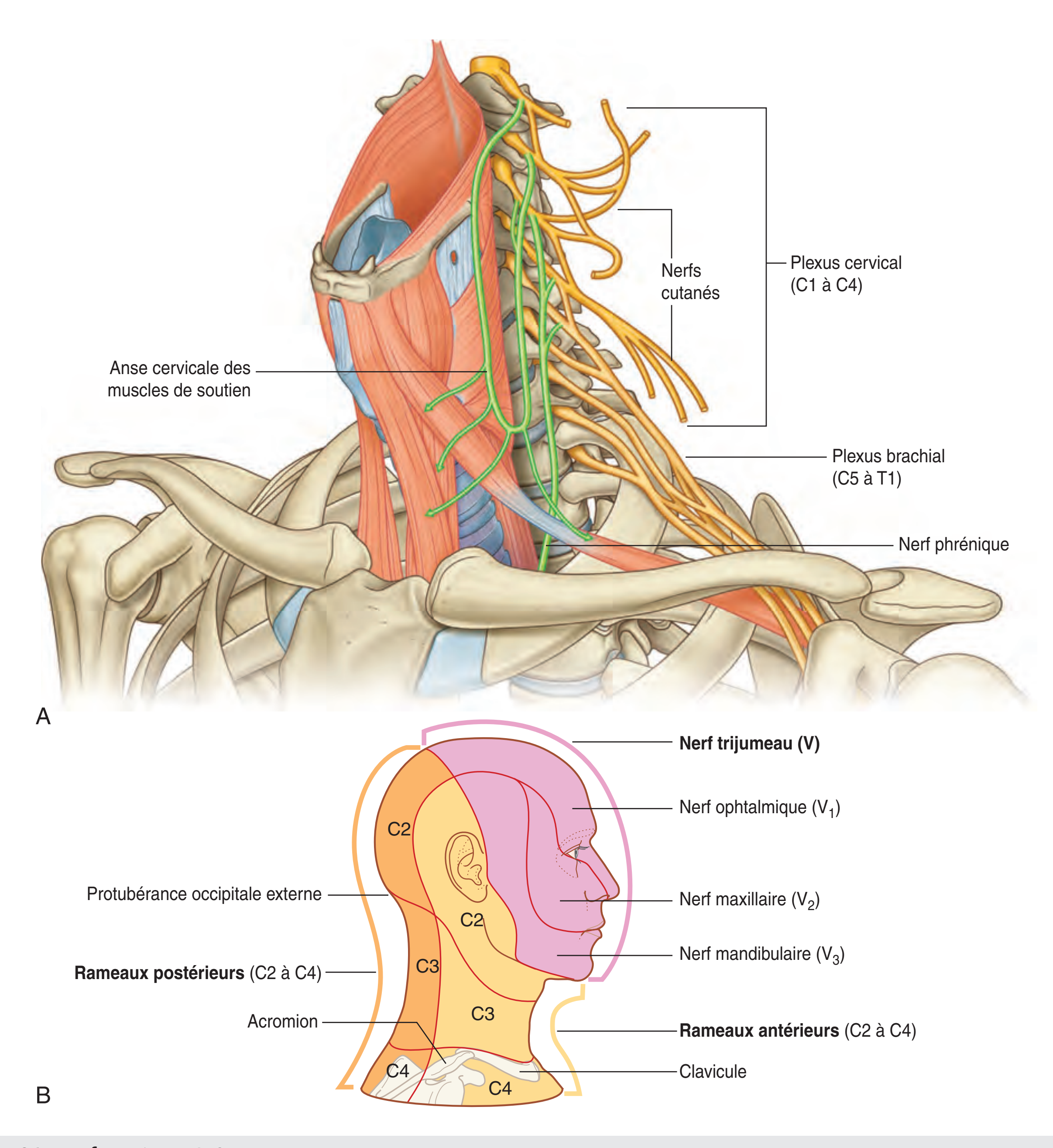


Figure 8.15 Nerfs cervicaux. **A.** Structure **B.** Dermatomes.



de la cavité orale peut aussi bien entrer dans l'œsophage que dans le larynx.

Points importants :

- les voies aériennes inférieures peuvent être accessibles par la cavité orale par intubation ;
- le tractus digestif (œsophage) peut être accessible par la cavité nasale pour des sondes d'alimentation.

Normalement, le palais mou, l'épiglotte et les structures fibreuses du larynx agissent comme des valves qui évitent le passage des aliments et des liquides dans le tractus respiratoire (fig. 8.16A).

Au cours de la respiration normale, les voies aériennes sont ouvertes et l'air passe librement à travers les cavités nasales (ou la cavité orale), le pharynx, le larynx et la trachée (fig. 8.16B). La lumière de l'œsophage est normalement close

Figure 8.16 Larynx, palais mou, épiglotte et isthme du gosier. **A.** Structure globale.

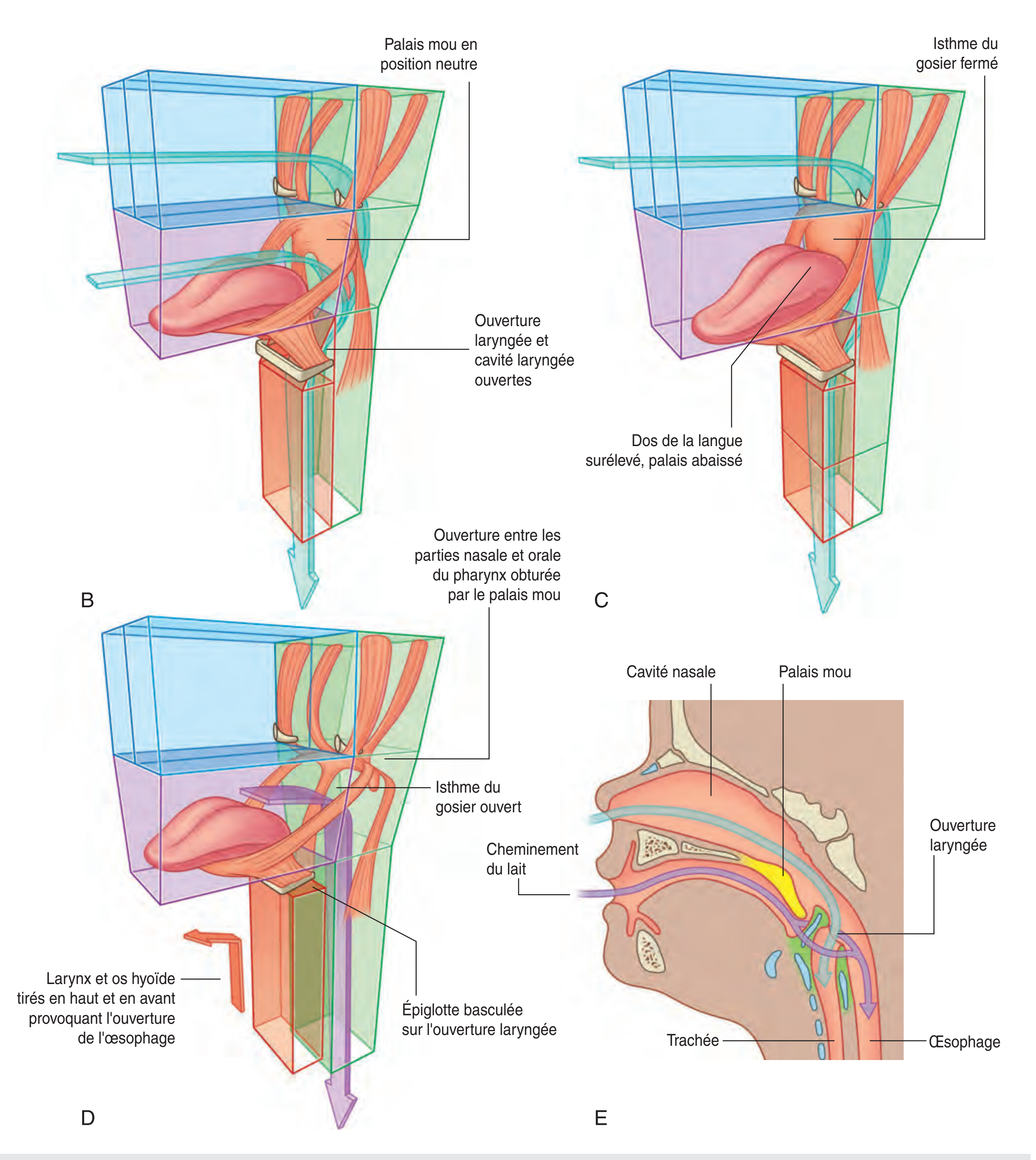


Figure 8.16 Suite **B.** Respiration normale. **C.** Respiration avec des aliments ou du liquide dans la cavité orale. **D.** Déglutition. **E.** Chez le nouveau-né.

car, à la différence des voies aériennes, celui-ci n'a pas d'armature squelettique pour la maintenir ouverte.

Lorsque la cavité orale est pleine de liquide ou d'aliments, le palais mou est abaissé pour fermer l'isthme du gosier, ce qui permet la manipulation des aliments et des liquides dans la cavité orale au cours de la respiration (fig. 8.16C).

Au cours de la déglutition, le palais mou et le larynx agissent comme des valves pour assurer le mouvement précis des aliments de la cavité orale vers l'œsophage (fig. 8.16D).

Le palais mou s'élève pour ouvrir l'isthme du gosier pendant qu'il obture et sépare, dans le même temps, la partie nasale du pharynx de la partie orale. Cela prévient le passage

des aliments et des liquides dans le nasopharynx et les cavités nasales.

L'épiglotte du larynx vient obturer l'ouverture laryngée et l'essentiel de la cavité laryngée est fermé par l'opposition des cordes vocales et des tissus mous sus-jacents. De plus, le larynx est tiré vers le haut et en avant pour faciliter la progression des aliments et des fluides au-dessus, et autour du larynx obturé, vers l'œsophage.

Chez le nouveau-né, le larynx est haut situé dans le cou et l'épiglotte est au-dessus du niveau du palais mou (fig. 8.16E). Les bébés peuvent cependant téter et respirer en même temps. Le liquide s'écoule autour du larynx sans risque d'entrer dans les voies aériennes. Au cours de la seconde année de la vie, le larynx descend vers une position inférieure dans le cou, caractéristique de l'adulte.

Triangles du cou

Les deux muscles (trapèze et sternocléidomastoïdien), qui forment en partie le plan cervical externe, divisent le cou en deux triangles antérieur et postérieur de chaque côté (fig. 8.17).

Les limites de chaque triangle antérieur sont :

- la ligne verticale médiane du cou ;
- le bord inférieur de la mandibule ;
- le bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien.

Le triangle postérieur est limité par :

- le tiers moyen de la clavicule ;
- le bord antérieur du trapèze ;
- le bord postérieur du sternocléidomastoïdien.

Les principales structures qui vont de la tête au thorax sont accessibles par le triangle antérieur.

Le triangle postérieur se situe au-dessus du défilé axillaire, et est en rapport avec les structures (vaisseaux et nerfs) qui pénètrent dans le membre supérieur ou en sortent.

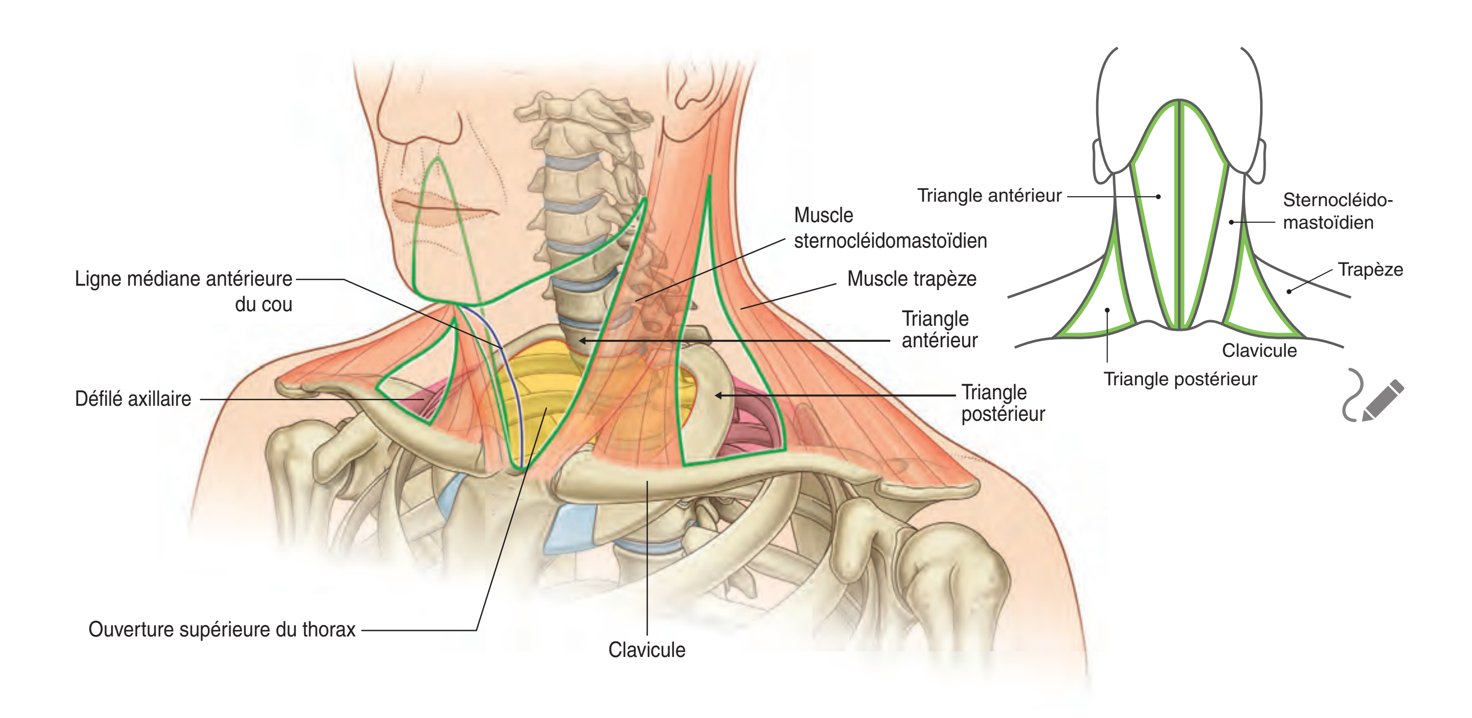


Figure 8.17 Triangles antérieur et postérieur du cou.

Anatomie régionale

SQUELETTE DE LA TÊTE

Le squelette de la tête est formé de 22 os, à l'exclusion des ossicules de l'oreille. À l'exception de la mandibule, qui forme la mâchoire inférieure, les os du crâne sont attachés les uns aux autres par des sutures, sans mobilité, et forment le **crâne** (**cranium**) et la **face**.

Le squelette de la tête est ainsi subdivisé en :

- une partie supérieure, le crâne proprement dit, formé par une voûte (la **calvaria**) et une base, qui délimitent la cavité contenant cerveau ;
- une base, qui constitue le plancher de la cavité crânienne ;
- une partie antérieure – le **squelette de la face** (**viscérocrâne** [**viscerocranium**]).

Les os qui forment la calvaria sont des os pairs et symétriques, l'os temporal et l'os pariétal, et des os impairs, l'os frontal, l'os sphénoïde et l'os occipital. Les deux os pariétaux n'appartiennent qu'à la calvaria. Les autres os appartiennent à la fois à la calvaria et à la base. L'os ethmoïde n'appartient qu'à la base, et participe aussi au squelette de la face. Les os qui forment la base du crâne sont des parties des os sphénoïde, temporaux et occipital.

Les os qui forment le squelette de la face sont pairs, l'os nasal, l'os palatin, l'os lacrymal, l'os zygomatique, l'os maxillaire, le cornet nasal inférieur, et il y a un os impair, le vomer.

La mandibule n'appartient ni au crâne ni au squelette de la face.

Vue antérieure

La vue antérieure du crâne présente en haut le **front**, et en dessous les orbites, la **région nasale**, la partie de la face comprise entre les orbites et la mâchoire supérieure, la mâchoire supérieure et la mâchoire inférieure (fig. 8.18).

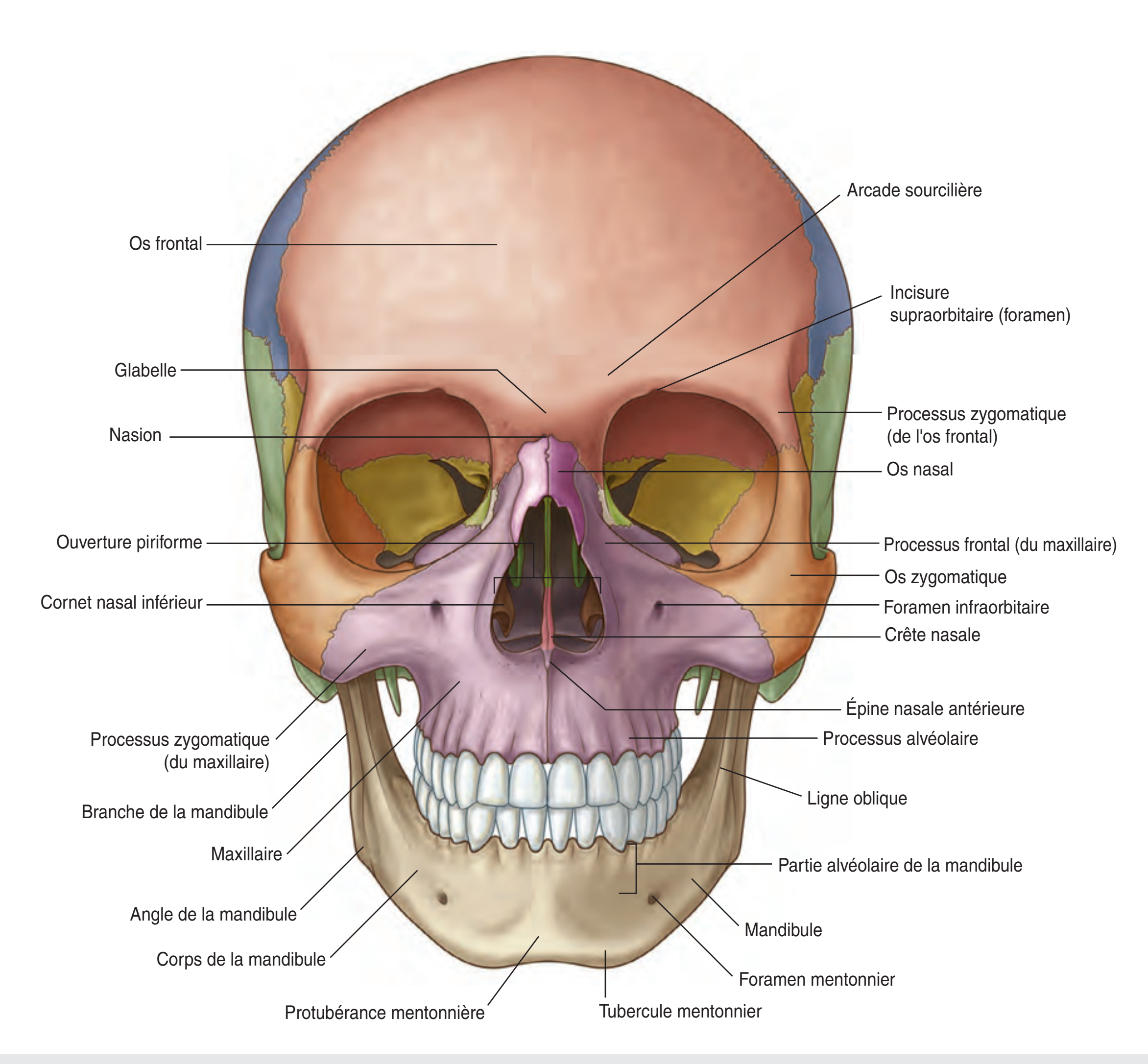


Figure 8.18 Vue antérieure du crâne.



Os frontal

Le front est formé par l'**os frontal**, qui forme aussi la partie supérieure du rebord de chaque orbite (fig. 8.18).

Juste au-dessus du rebord orbitaire, de chaque côté, se placent les **arcades sourcilières**. Elles sont plus marquées chez l'homme que chez la femme. Entre ces arcades se situe une petite dépression (la **glabelle**).

Le foramen supraorbitaire (incisure supraorbitaire ; tableau 8.1) est bien visible à la partie médiale du rebord supérieur de chaque orbite.

En dedans, l'os frontal se développe en bas pour former une partie du rebord orbitaire interne.

En dehors, le **processus zygomatique** de l'os frontal se dirige vers le bas pour former la partie supérieure et latérale du cadre orbitaire. Ce processus s'articule avec le **processus frontal** de l'os zygomatique.

Tableau 8.1 Foramens externes du crâne et de la face.

Foramen	Structures traversant le foramen
VUE ANTÉRIEURE	
Foramen supraorbitaire	Nerf et vaisseaux supraorbitaires
Foramen infraorbitaire	Nerf et vaisseaux infraorbitaires
Foramen mentonnier	Nerf et vaisseaux mentonniers
Vue latérale	
Foramen zygomaticofacial	Nerf zygomaticofacial
VUE SUPÉRIEURE	
Foramen pariétal	Veine émissaire
VUE INFÉRIEURE	
Foramens incisifs	Nerfs nasopalatins ; vaisseaux sphénopalatins
Foramen grand palatin	Nerfs et vaisseaux grands palatins
Foramen petit palatin	Nerfs et vaisseaux petits palatins
Canal ptérygoïdien	Nerf du canal ptérygoïdien et vaisseaux ptérygoïdiens
Foramen ovale	Nerf mandibulaire (V_3) nerf petit pétreux
Foramen épineux	Artère méningée moyenne
Foramen lacerum	Rempli de cartilage
Canal carotidien	Artère carotide interne et plexus nerveux
Foramen magnum	Continuité entre le cerveau et la moelle spinale ; artères vertébrales et plexus nerveux ; artère spinale antérieure ; artères spinales postérieures ; racines des nerfs accessoires (XI) ; méninges
Canal condylaire	Veines émissaires
Canal hypoglosse	Nerf hypoglosse (XII) et vaisseaux
Foramen jugulaire	Veine jugulaire interne ; sinus pétreux inférieur ; nerf glossopharyngien (IX) ; nerf vague (X) ; nerf accessoire (XI)
Foramen stylomastoïdien	Nerf facial (VII)

Os zygomatique et os nasal

La partie basse du rebord orbitaire externe, de même que la partie latérale du rebord orbitaire inférieur, est formée par l'**os zygomatique** (l'os de la pommette).

En haut, dans la région nasale, les deux os nasaux s'articulent entre eux sur la ligne médiane, et avec l'os frontal en haut. Le centre de la **suture frontonasale**, formée par l'articulation entre les os nasaux et l'os frontal, est le **nasion**.

Latéralement, chaque os nasal s'articule avec le **processus frontal** de chaque os maxillaire.

En bas, l'**ouverture piriforme** est la grande ouverture de la région nasale et l'ouverture antérieure de la cavité nasale. Elle est limitée en haut par les os nasaux, et en dehors et en bas par chaque os maxillaire.

On peut voir par l'ouverture piriforme les crêtes nasales fusionnées, formant la partie inférieure du septum osseux nasal et se terminant en avant par l'épine nasale antérieure, et les cornets nasaux inférieurs, petits os pairs.

Os maxillaire

La partie de la face comprise entre l'orbite, les dents supérieures et chaque mâchoire supérieure est formée par les maxillaires, os pairs.

En haut, chaque maxillaire participe à la constitution du rebord orbitaire inférieur et médial.

Latéralement, le **processus zygomatique** de chaque os maxillaire s'articule avec l'os zygomatique, et en dedans, le processus frontal de chaque os maxillaire s'articule avec l'os frontal.

En bas, la partie de chaque os maxillaire, en dehors de l'ouverture de la cavité nasale, est le **corps du maxillaire**.

À la face antérieure du corps de l'os maxillaire, juste sous le rebord inférieur de l'orbite, se situe le **foramen infraorbitaire** (tableau 8.1).

En bas, chaque maxillaire se termine par les **processus alvéolaires**, qui contiennent les dents, et forme ainsi la mâchoire supérieure.

Mandibule

La mâchoire inférieure (mandibule) est la structure la plus inférieure sur la vue antérieure du crâne. Elle est constituée du **corps de la mandibule** en avant et des **branches de la mandibule** en arrière. Ces deux parties s'unissent au niveau de l'angle de la mandibule. Toutes ces parties de la mandibule sont visibles, en partie en fuite, sur la vue antérieure.

Le corps de la mandibule est arbitrairement divisé en deux parties :

- la partie inférieure est la **base de la mandibule** ;
- la partie supérieure est la **partie alvéolaire de la mandibule**.

La partie alvéolaire de la mandibule porte les dents et se résorbe lorsque les dents sont ôtées. La base de la mandibule présente une ligne médiane marquée (la **protubérance mentonnière**) sur sa surface, où les deux côtés de la mandibule s'unissent. De chaque côté de la protubérance mentonnière se placent des reliefs osseux plus prononcés (les **tubercules mentonniers**).

Latéralement, un **foramen mentonnier** (tableau 8.1) est visible à mi-distance entre le bord supérieur de la partie alvéolaire de la mandibule et le bord inférieur de la base de la mandibule. Dans le prolongement de ce foramen s'étend une crête (la **ligne oblique**), depuis le bord antérieur de la branche jusqu'au corps de la mandibule. La ligne oblique est un point d'insertion de muscles qui abaissent la lèvre inférieure.

Vue latérale

La vue latérale du crâne est formée par la paroi latérale du cranium, qui contient les portions latérales de la calvaria et du squelette de la face, et la moitié de la mâchoire inférieure (fig. 8.19) :

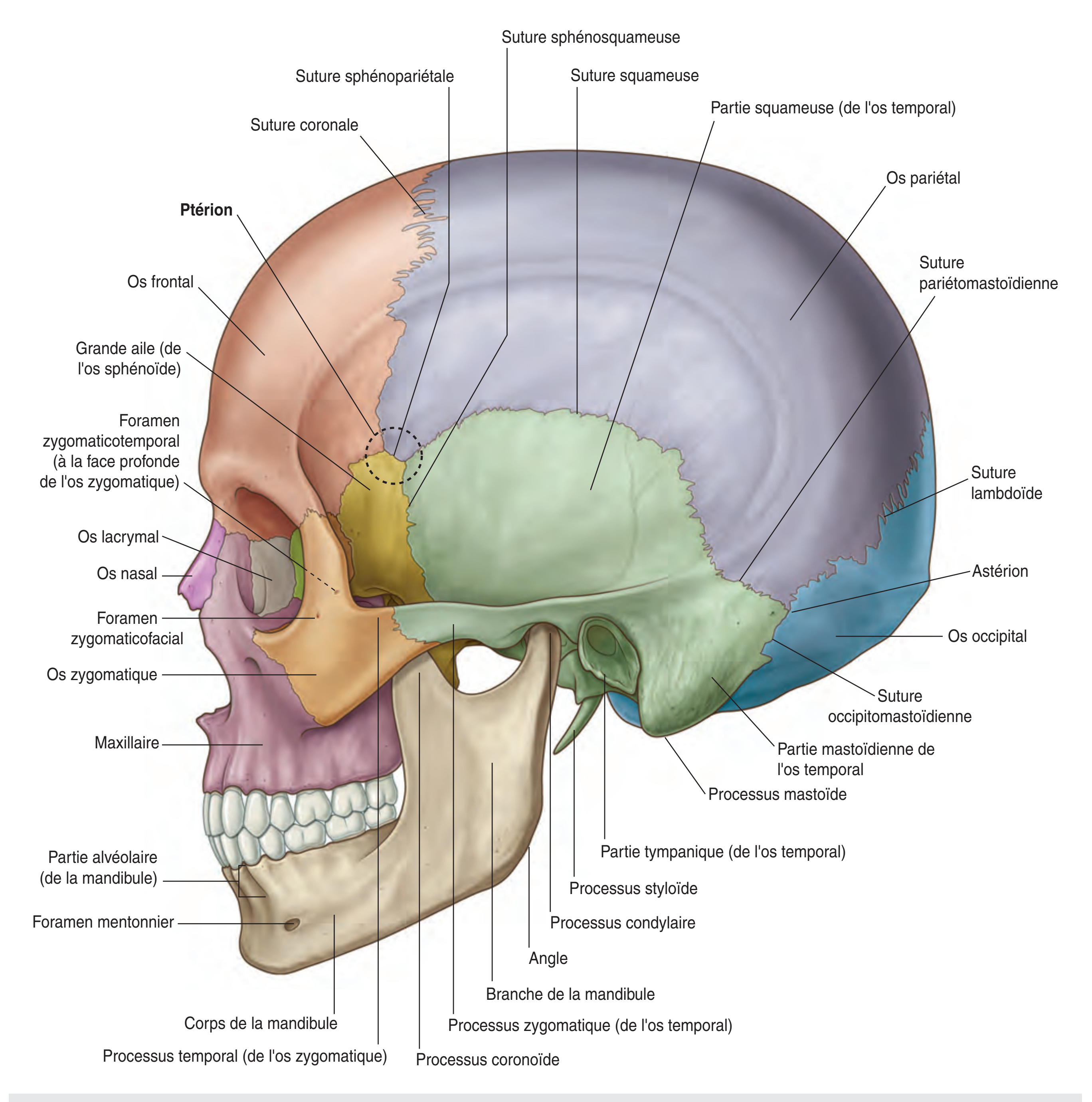


Figure 8.19 Vue latérale du crâne.



- les os qui forment la portion latérale de la calvaria sont le frontal, le pariétal, le sphénoïde et l'os temporal ;
- les os qui forment la partie visible du squelette de la face sont l'os nasal, le maxillaire et l'os zygomatique ;
- la mandibule forme la partie visible de la mâchoire inférieure.

Portion latérale de la calvaria

La portion latérale de la calvaria débute en avant avec l'os frontal. Dans les régions supérieures, l'os frontal est articulé avec l'os pariétal par la **suture coronale**. L'os pariétal s'articule avec l'os occipital par la **suture lambdoïde**.

Dans la partie inférieure de la face latérale de la calvaria, l'os frontal s'articule avec la **grande aile** de l'os sphénoïde (fig. 8.19), qui s'articule avec l'os pariétal par la **suture sphénopariétale**, et avec le bord antérieur de l'os temporal par la **suture sphénosquameuse**.

La jonction où le frontal, le pariétal, le sphénoïde et le temporal sont très proches est le **ptérion**. Les conséquences cliniques d'une fracture du crâne dans cette zone sont très graves. L'os de cette zone est particulièrement fin et recouvre la division antérieure de l'artère méningée moyenne, qui peut être lésée dans une fracture du crâne à ce niveau, ce qui peut provoquer un hématome extradural.

La dernière articulation au niveau de la partie inférieure de la face latérale de la calvaria se situe entre l'os temporal et l'os occipital, au niveau de la **suture occipitomastoïdienne**.

Os temporal

L'os temporal contribue largement à la constitution de la partie inférieure de la paroi latérale du cranium (fig. 8.19), et est formé de plusieurs parties :

- la **partie squameuse** a l'aspect d'une grande plaque, et forme les parties antérieure et supérieure de l'os temporal, participe à la face latérale du cranium, et s'articule en avant avec la grande aile de l'os sphénoïde par la suture sphénosquameuse, et en haut avec l'os pariétal par la suture squameuse ;
- le **processus zygomatique** est un prolongement osseux antérieur de la surface inférieure de la partie squameuse de l'os temporal, qui se dirige tout d'abord en dehors puis s'incurve en avant pour s'articuler avec le processus temporal de l'os zygomatique en formant l'**arcade zygomatique** ;
- la partie tympanique (**os tympanal**) est située immédiatement sous l'origine du processus zygomatique de la partie squameuse de l'os temporal, et délimite à ce niveau l'**ouverture latérale du méat auditif externe** (**méat acoustique externe**) ;
- la **partie pétromastoïdienne**, qui est habituellement séparée en **partie pétreuse** et **partie mastoïdienne**.

La partie mastoïdienne est la partie la plus postérieure de l'os temporal, et le seul élément de la portion pétromastoïdienne de l'os temporal visible à la face latérale du crâne. Elle est en continuité avec la partie squameuse de l'os temporal en avant, et s'articule en haut avec l'os pariétal par la **suture pariétomastoïdienne**, et avec l'os occipital en arrière par la suture occipitomastoïdienne. Ces deux sutures sont en continuité, et la suture pariétomastoïdienne est elle-même en continuité avec la suture squameuse.

En bas, un grand prolongement osseux (le **processus mastoïde**) se développe au bord inférieur de la partie mastoïdienne. Il constitue le point d'insertion de nombreux muscles.

En dedans du processus mastoïde, le **processus styloïde** se développe à partir du bord inférieur de l'os temporal.

Partie visible du squelette de la face

Les os du viscerocranium visibles sur la vue latérale du crâne sont l'os nasal, l'os maxillaire et l'os zygomatique (fig. 8.19), disposés ainsi :

- l'un des petits os nasaux, pairs ;
- l'os maxillaire au milieu avec ses processus alvéolaires qui portent les dents forme la mâchoire supérieure ; en haut, il contribue à la formation des rebords inférieur et médial de l'orbite ; en dedans, son processus frontal s'articule avec l'os frontal ; en dehors, son processus zygomatique avec l'os zygomatique ; en avant, il s'articule avec l'os nasal ;
- l'os zygomatique, os de forme irrégulière avec une surface arrondie qui constitue le relief de la joue, est une pièce centrale sur cette vue – en dedans, il participe à la formation du rebord inférieur de l'orbite en s'articulant avec le processus zygomatique du maxillaire ; en haut, son processus frontal s'articule avec le processus zygomatique de l'os frontal en délimitant le rebord externe de l'orbite ; en dehors, apparaissant proéminent sur cette vue du crâne, le processus temporal horizontal de l'os zygomatique se dirige en arrière pour s'articuler avec le processus zygomatique de l'os temporal et former ainsi l'arcade zygomatique.

Habituellement, un petit foramen (le **foramen zygomaticofacial** ; tableau 8.1) est visible à la surface latérale de l'os zygomatique. Un **foramen zygomaticotemporal** est présent en profondeur à la face médiale de l'os.

Mandibule

La dernière structure visible sur la vue latérale du crâne est la mandibule. En bas, dans la partie inférieure de cette face, on observe le corps de la mandibule, antérieur, une branche postérieure de la mandibule, et l'angle de la mandibule où le bord inférieur de la mandibule rejoint le bord postérieur de la branche (fig. 8.19).

Les dents sont placées sur la partie alvéolaire du corps de la mandibule, et la protubérance mentonnière est visible sur cette vue.

Le foramen mentonnier se situe sur la surface latérale du corps, et à la partie supérieure de la branche sont développés le **processus condylaire** et le **processus coronoïde** vers le haut.

Le processus condylaire participe à l'articulation de la mandibule avec l'os temporal, et le processus coronoïde est le point d'insertion du muscle temporal.

Vue postérieure

L'os occipital, les os pariétaux et les os temporaux sont visibles sur cette vue postérieure.

Os occipital

Au milieu, l'écaille ou **partie squameuse de l'os occipital** est la principale structure du crâne observée sur la vue postérieure (fig. 8.20). Elle s'articule en haut avec les deux os pariétaux au niveau de la suture lambdoïde, et latéralement avec chaque os temporal par les sutures occipitomastoïdiennes. Le long de la suture lambdoïde, de petits points d'ossification sont observés (**os de suture** ou os wormien).

Plusieurs reliefs osseux sont visibles sur l'os occipital. Il existe une tubérosité médiane (la **protubérance occipitale externe**), d'où partent latéralement des crêtes courbes (**lignes nuchales supérieures**). Le point le plus saillant de la

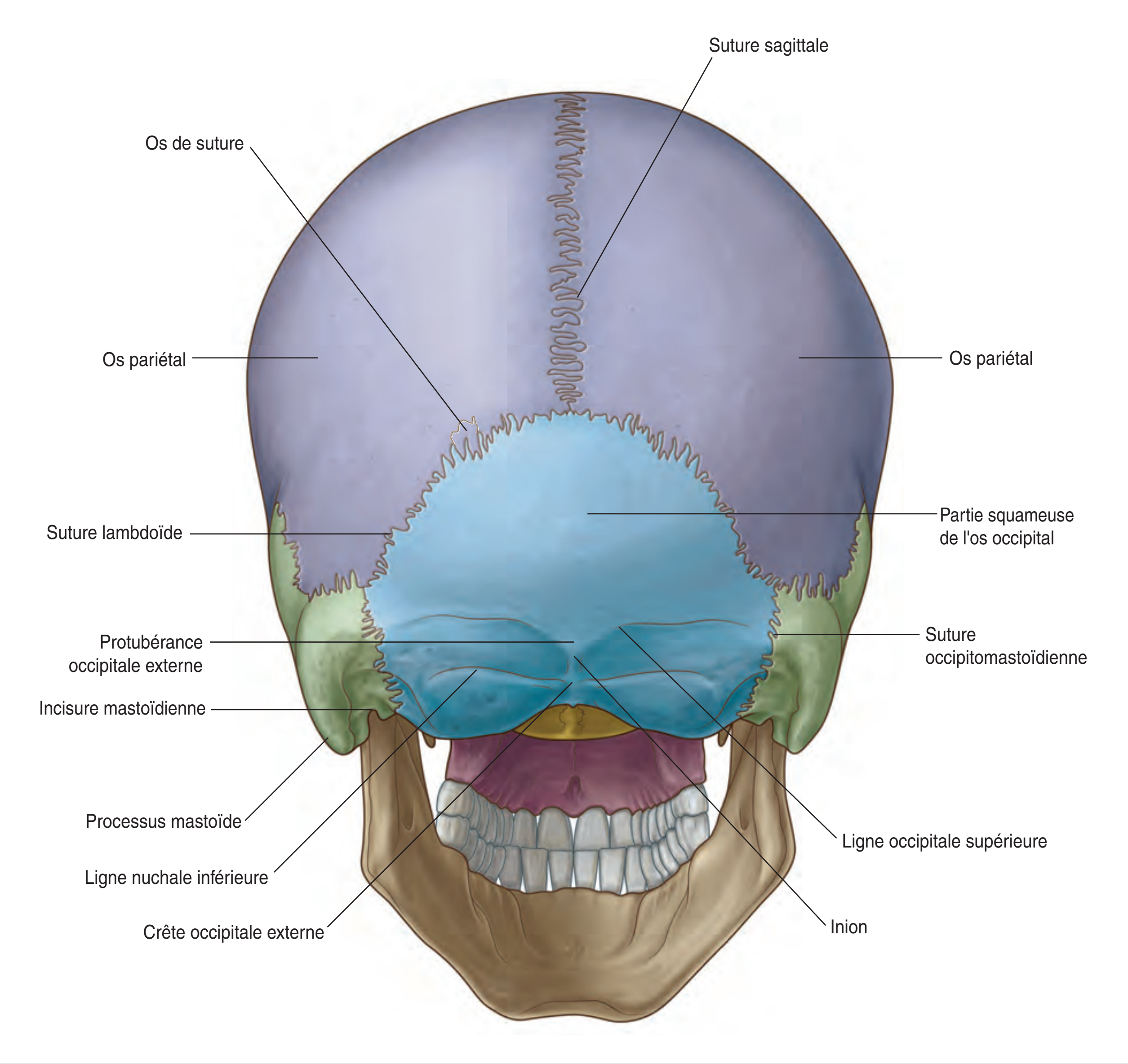


Figure 8.20 Vue postérieure du crâne.

protubérance occipitale externe est l'**inion**. À environ 2,5 cm sous les lignes occipitales supérieures, deux autres crêtes osseuses (les **lignes nuchales inférieures**) s'incurvent latéralement. La **crête occipitale externe** s'étend vers le bas à partir de la protubérance occipitale externe.

Os temporaux

Latéralement, les os temporaux sont visibles sur la vue postérieure du crâne, et les parties mastoïdiennes en sont les éléments proéminents (fig. 8.20). Sur le bord inférieur et médial de chaque partie mastoïdienne se situe une échancrure (l'**incisure mastoïdienne**), qui est un point d'insertion du ventre postérieur du muscle digastrique.

Vue supérieure

L'os frontal, les os pariétaux et l'os occipital sont visibles sur la vue supérieure du crâne (fig. 8.21). Ces os forment la partie supérieure de la calvaria ou **calva** (voûte du crâne).

Dans une direction antéropostérieure :

- l'os frontal, impair, s'articule avec les os pariétaux, pairs, par la suture coronale ;
- les deux os pariétaux s'articulent entre eux sur la ligne médiane par la suture sagittale ;
- les os pariétaux s'articulent avec l'os occipital, impair, par la suture lambdoïde.

La jonction des sutures sagittale et coronale est le **bregma**, et la jonction des sutures sagittale et lambdoïde est le **lambda**.

Le seul foramen visible sur cette vue du crâne peut être le foramen pariétal, pair, situé sur chaque os pariétal juste en dehors de la suture sagittale (fig. 8.21).

Les os qui forment la calvaria (fig. 8.22) ont une structure unique, constituée de deux tables d'os compact, l'une interne et l'autre externe, séparées par une couche d'os spongieux (la **diploé**).

Vue inférieure

La base du crâne est observée sur la vue inférieure, et s'étend depuis les dents incisives médianes en avant jusqu'aux lignes nuchales supérieures en arrière, et jusqu'aux partie mastoïdiennes et aux arcades zygomatiques latéralement (fig. 8.23).

Pour faciliter la description, la base du crâne est souvent divisée en :

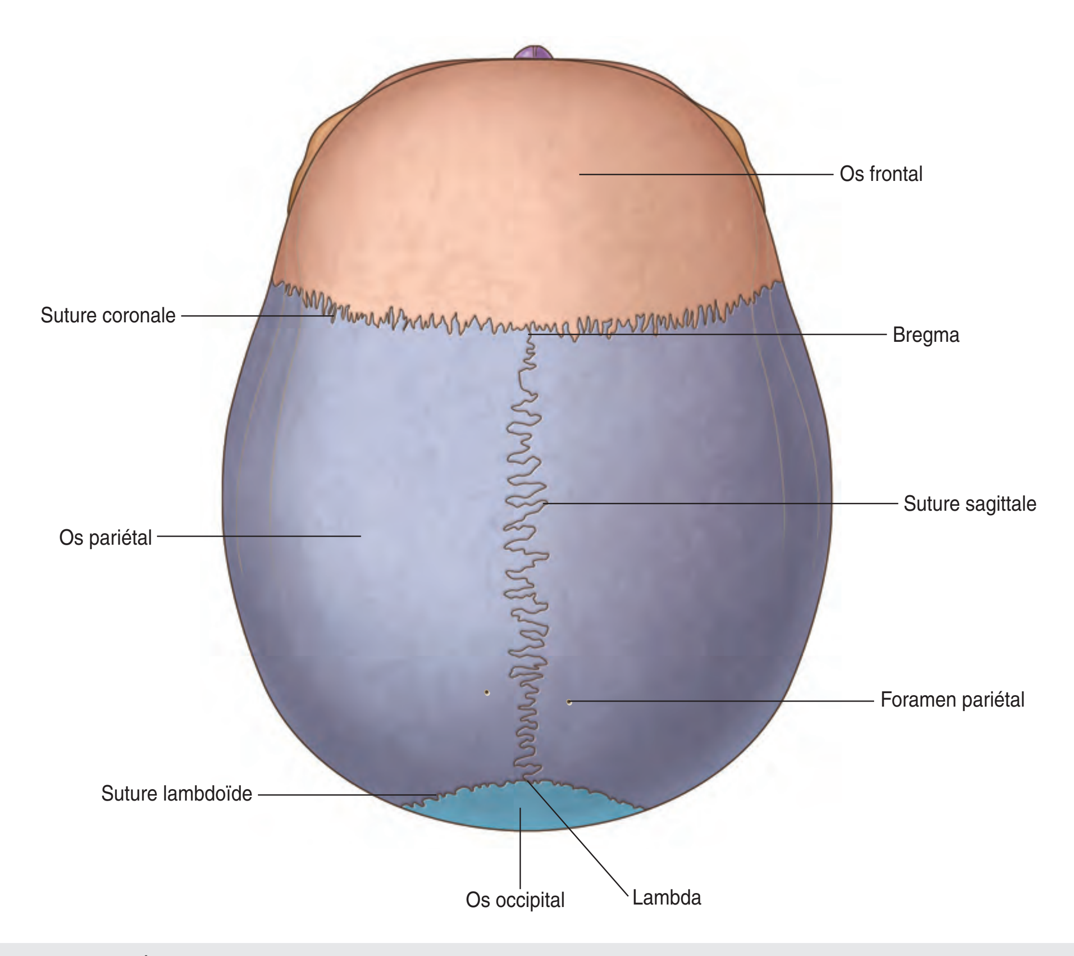


Figure 8.21 Vue supérieure du crâne.

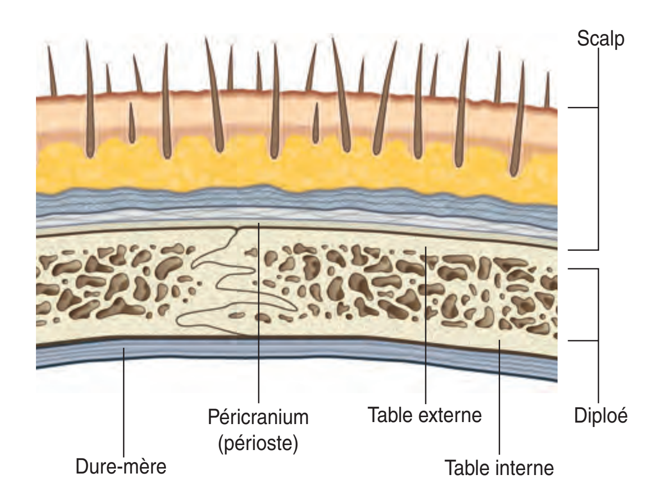


Figure 8.22 Calvaria.

- un étage antérieur, qui comprend les dents et le palais osseux ;
- un étage moyen, situé entre le bord postérieur du palais osseux et le bord antérieur du foramen magnum ;
- un étage postérieur, qui s'étend du bord antérieur du foramen magnum jusqu'aux lignes nuchales supérieures.

Étage antérieur

Les éléments principaux de l'étage antérieur sont les dents et le palais rigide.

Les dents sont portées par les processus alvéolaires des **arcades** des deux maxillaires. Ces processus sont alignés sur les arcades qui ont une configuration en U et entourent le palais dur sur trois côtés (fig. 8.23).

Le palais dur est composé des processus palatins de chaque maxillaire en avant et des lames horizontales de chaque os palatin en arrière.

Les processus palatins de chaque maxillaire, symétriques, s'unissent sur la ligne médiane par la **suture maxillaire**, avec le maxillaire opposé ; les deux os palatins se réunissent par la **suture palatomaxillaire** ; et les lames horizontales de chaque os palatin se rejoignent sur la ligne médiane par la **suture interpalatine**.

Plusieurs détails sont visibles à l'examen du palais dur :

- la **fosse incisive** sur la ligne médiane, immédiatement en arrière des dents, dont les parois contiennent les **foramens incisifs** (ouvertures des **canaux incisifs**, qui sont les lieux de communication entre le palais dur et la cavité nasale) ;
- le **foramen grand palatin** à côté du bord postérolatéral du palais dur de chaque côté, qui s'étend jusqu'aux **canaux grands palatins** ;
- juste en arrière des canaux grands palatins, les **canaux petits palatins** dans le **processus pyramidal** de chaque os palatin, qui s'étend jusqu'aux **petits canaux palatins** ;
- une crête médiane (l'**épine nasale postérieure**) dans le bord postérieur libre du palais dur.

Étage moyen

L'étage moyen de la base du crâne est complexe :

- le vomer et le sphénoïde forment la moitié antérieure ;
- l'occipital et les deux os temporaux forment la moitié postérieure.

Moitié antérieure

Vomer

En avant, le petit os vomer est sur la ligne médiane, appuyé contre l'os sphénoïde (fig. 8.23). Il contribue à la formation du septum osseux nasal qui sépare les deux choanes.

Os sphénoïde

La plus grande partie de l'étage moyen de la base du crâne est occupée par l'os sphénoïde.

L'os sphénoïde est formé d'une partie centrale, le **corps**, de deux prolongements latéraux, les **petites** et **grandes ailes**, et de deux **processus ptérygoïdes** dirigés en bas, immédiatement en dehors de chaque choane.

Trois éléments de l'os sphénoïde, le corps, les grandes ailes et les processus ptérygoïdes sont visibles sur la vue inférieure du crâne (fig. 8.23). La petite aile de l'os sphénoïde n'est pas observée sur une vue inférieure.

Corps. Le corps du sphénoïde est un cube osseux placé en position centrale et creusé de deux grands sinus aériques séparés par un septum.

Il s'articule en avant avec le vomer, l'ethmoïde et les os palatins, en arrière et en dehors avec les os temporaux, et en arrière avec l'os occipital.

Processus ptérygoïdes. Les processus ptérygoïdes sont dirigés vers le bas et implantés à la jonction entre le corps et les grandes ailes (fig. 8.23). Chacun de ces processus est constitué d'une **lame médiale** interne fine et d'une **lame latérale** externe plus épaisse, séparées par la **fosse ptérygoïde**.

Chaque **lame médiale** se termine en bas par un prolongement en forme de crochet, l'**hamulus ptérygoïdien**, et se divise à sa partie supérieure pour former la petite **fosse scaphoïde**.

Épine nasale postérieure
Fosse incisive
Palais dur (os maxillaire)
Arcade alvéolaire
Palais dur (os palatin)
Ouverture nasale postérieure (choane)
Processus pyramidal de l'os palatin
Hamulus
Foramen grand palatin
Foramen petit palatin
Corps de l'os sphénoïde
Vomer
Fosse ptérygoïde
Grande aile
(de l'os sphénoïde)
Processus ptérygoïde
Orifice du canal
ptérygoïdien
Lame médiale du processus
ptérygoïde
Lame latérale du processus
ptérygoïde
Fosse scaphoïde
Foramen lacerum
Tubercule articulaire
Fosse mandibulaire
Sillon du conduit auditif
Foramen ovale
Foramen spinosum
(épineux)
Portion pétreuse
de l'os temporal
Processus styloïde
Foramen jugulaire
Canal carotidien
Foramen stylomastoïdien
Processus mastoïde
Portion squameuse
de l'os temporal
Incisure mastoïdienne
Canal hypoglosse
Partie basilaire de l'os
occipital
Condyle occipital
Tubercule pharyngien
Foramen magnum
Crête occipitale externe
Ligne nuchale inférieure
Ligne nuchale supérieure
Protubérance occipitale externe

Figure 8.23 Vue inférieure du crâne.

Juste au-dessus de la fosse scaphoïde, à la racine de la plaque médiale du processus ptérygoïdien, se situe l'ouverture du **canal ptérygoïdien**, qui chemine en avant du bord antérieur du foramen lacerum.

Grande aile. La grande aile du sphénoïde se situe en dehors de la lame latérale du processus ptérygoïde (fig. 8.23), qui non seulement forme une partie de la base du crâne, mais se prolonge aussi en dehors pour participer à la constitution de la face latérale du crâne. Elle s'articule également en dehors et en arrière avec des constituants de l'os temporal.

Les éléments importants visibles à la surface de la grande aile sur une vue inférieure sont le foramen ovale et le foramen épineux, situés sur la partie postérolatérale dans le

prolongement de la portion supérieure de la lame latérale du processus ptérygoïde.

Moitié postérieure

Dans la moitié postérieure de la partie moyenne de la base du crâne se situent l'os occipital et les deux os temporaux (fig. 8.23).

Os occipital

L'os occipital, et plus particulièrement sa **partie basilaire**, est situé sur la ligne médiane et plus précisément immédiatement en arrière du corps de l'os sphénoïde. Il s'étend en arrière du **foramen magnum** et est limité latéralement par les os temporaux.

Le **tubercule pharyngien**, proéminent sur la partie basilaire de l'os occipital, constitue une protubérance donnant insertion à des éléments du pharynx sur la base du crâne (fig. 8.23).

Os temporal

La portion pétreuse de la partie pétromastoïdienne de chaque os temporal se place latéralement au contact de la partie basilaire de l'os occipital.

De forme pyramidale, à sommet (**apex**) antéromédial, la portion pétreuse de l'os temporal se place entre la grande aile du sphénoïde en avant et la partie basilaire de l'os occipital en arrière. L'apex constitue une partie du contour du **foramen lacerum**, orifice irrégulier rempli de cartilage sur le vivant (fig. 8.23).

Les autres limites du foramen lacerum sont la partie basilaire de l'os occipital en dedans et le corps du sphénoïde en avant.

À la face inférieure de la portion pétreuse de l'os temporal, en dehors et en arrière du foramen lacerum, s'ouvre l'orifice circulaire du **canal carotidien**.

Entre la partie pétreuse de l'os temporal et la grande aile du sphénoïde, un sillon marque le passage de la portion cartilagineuse de la **trompe auditive**. Ce sillon se poursuit en arrière et en dehors dans un canal osseux creusé dans la partie pétreuse de l'os temporal pour la trompe auditive.

Placée juste en dehors de la grande aile du sphénoïde, la partie squameuse de l'os temporal participe à l'articulation temporomandibulaire. Elle présente la **fosse mandibulaire**, zone concave où la tête de la mandibule s'articule avec la base du crâne. Le **tubercule articulaire**, proéminent vers le bas, constitue un relief important de l'articulation, et correspond au prolongement du bord antérieur de la fosse mandibulaire (fig. 8.23).

Étage postérieur

La partie postérieure de la base du crâne s'étend en arrière du bord antérieur du foramen magnum aux lignes nuchales supérieures (fig. 8.23). Elle est constituée par des parties de l'os occipital au centre et des os temporaux latéralement.

Os occipital

L'os occipital est la principale structure de cette partie de la base du crâne (fig. 8.23). Il présente quatre parties organisées autour du foramen magnum, qui représente un repère essentiel de cette partie de la base du crâne, et à travers lequel le cerveau et la moelle spinale sont en continuité.

Les parties de l'os occipital sont la partie squameuse, en arrière du foramen magnum, les **parties latérales** de chaque côté du foramen magnum, et la **partie basilaire**, en avant du foramen magnum (fig. 8.23).

Les parties squameuse et latérale sont des composantes de la partie postérieure de la base du crâne.

La structure la plus visible à l'examen de la face inférieure du crâne sur la partie squameuse de l'os occipital est une crête osseuse (la crête occipitale externe), qui s'étend vers le bas entre la protubérance occipitale externe et le foramen magnum. Les lignes nuchales inférieures sont situées de chaque côté du milieu de cette crête.

Les portions latérales de l'os occipital, immédiatement en dehors du foramen magnum, contiennent de nombreuses structures importantes.

Sur chaque bord antérolatéral du foramen magnum se placent les **condyles occipitaux**, arrondis (fig. 8.23). Ces structures paires s'articulent avec l'atlas (vertèbre CI). En arrière de chaque condyle, une dépression (la **fosse condylaire**) contient le **canal condylaire**, et en avant et au-dessus de chaque condyle se situe le grand **canal hypoglosse**. Latéralement par rapport à chaque canal hypoglosse, le **foramen jugulaire**, grand et irrégulier, est formé par l'opposition de l'**incisure jugulaire** de l'os occipital et de l'**incisure jugulaire** de l'os temporal.

Os temporal

L'os temporal participe latéralement à la partie postérieure de la base du crâne. Les parties de l'os temporal visibles à ce niveau sont la partie mastoïdienne de la partie pétromastoïdienne et le processus styloïde (fig. 8.23).

La face latérale de la partie mastoïdienne est reconnaissable par la partie mastoïdienne en forme de cône développé à sa face inférieure. Cette structure osseuse proéminente est le support de plusieurs insertions musculaires. Sur la face médiale de la partie mastoïdienne, l'incisure mastoïdienne, profonde, est également un point d'insertion musculaire.

En avant et en dedans de la partie mastoïdienne, le processus styloïde, en forme d'aiguille, est un prolongement osseux implanté sur le bord inférieur de l'os temporal. Le processus styloïde est aussi un point d'insertion de nombreux muscles et ligaments.

Enfin, entre le processus styloïde et la partie mastoïdienne, se situe le foramen stylomastoïdien.

CAVITÉ CRÂNIENNE

La cavité crânienne est l'espace délimité par la calvaria, et contient le cerveau, les méninges, les portions proximales des nerfs crâniens, les vaisseaux sanguins et les sinus veineux crâniens.

Voûte (ou calvaria)

La calvaria est la voûte en forme de dôme qui protège la face supérieure du cerveau. Elle est constituée par l'os frontal en avant, les deux os pariétaux au milieu, et l'os occipital en arrière (fig. 8.24).

Les sutures visibles sur la face endocrânienne sont :

- la suture coronale, entre l'os frontal et les os pariétaux ;
- la suture sagittale, entre les deux os pariétaux ;
- la suture lambdoïde, entre les os pariétaux et l'os occipital.

Les jonctions visibles entre ces sutures sont le bregma, où se rejoignent les sutures coronales et sagittales, et le lambda, où se rejoignent les sutures lambdoïdes et sagittales.

Les autres reliefs osseux de la face endocrânienne de la calvaria sont des crêtes osseuses et plusieurs sillons et ouvertures.

D'avant en arrière, les éléments observés sur la face endocrânienne de la voûte osseuse de la cavité sont :

- une crête osseuse médiane étendue à la surface de l'os frontal (la **crête frontale**), qui est le point d'insertion de la **faux du cerveau** (une partie spécifique de la dure-mère qui sépare partiellement les deux hémisphères cérébraux) ;

Figure 8.24 Toit ou voûte de la cavité crânienne.

- à la partie supérieure de la terminaison de la crête frontale, le début du **sillon du sinus sagittal supérieur**, qui s'élargit et se creuse pour recevoir le sinus sagittal supérieur (une structure veineuse intradurale) ;
- de chaque côté du sillon du sinus sagittal supérieur, le long de son trajet, un petit nombre de petites fossettes et de trous (les **fossettes granulaires**) marquent la position des granulations arachnoïdes (structures proéminentes identifiables à l'examen du cerveau et des méninges qui le recouvrent, et qui ont un rôle dans la réabsorption du liquide cérébrospinal) ;
- sur les parties latérales de la voûte de la cavité crânienne, de petits sillons sont marqués par différents vaisseaux méningés.

Plancher (ou base du crâne)

Le plancher de la cavité crânienne est divisé en fosses crâniennes antérieure, moyenne et postérieure.

Fosse crânienne antérieure

La fosse crânienne antérieure est constituée par des parties des os frontal, ethmoïde et sphénoïde (fig. 8.25). Son plancher est composé de :

- l'os frontal en avant et latéralement ;
- l'os ethmoïde au milieu ;
- deux parties de l'os sphénoïde en arrière, le corps (sur la ligne médiane) et la petite aile (latéralement).

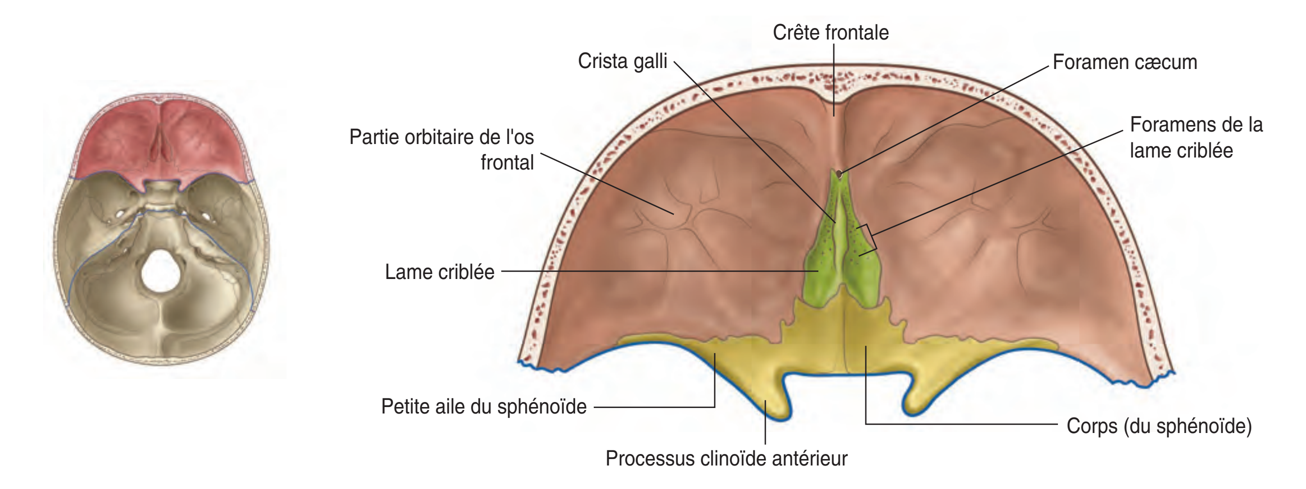


Figure 8.25 Fosse crânienne antérieure.



La fosse crânienne antérieure se situe au-dessus des fosses nasales et des orbites, et elle est remplie par les lobes frontaux des deux hémisphères.

En avant, une petite crête médiane en forme de coin (la crête frontale) est marquée sur l'os frontal. C'est une ligne d'insertion de la faux du cerveau. Juste en arrière de la crête frontale se situe le **foramen cæcum** (tableau 8.2). Ce foramen entre les os frontal et ethmoïde peut laisser passer des veines émissaires qui mettent en communication la cavité nasale et le sinus sagittal supérieur.

En arrière de la crête frontale se développe une lame osseuse vers le haut à partir de l'**ethmoïde** (la **crista galli**). Il s'agit d'un autre point d'insertion de la faux du cerveau, qui est un prolongement vertical de la dure-mère qui sépare partiellement les deux hémisphères.

Latéralement se place la **lame criblée** de l'os ethmoïde (fig. 8.25). Il s'agit d'une structure en forme de crible qui permet le passage de petits filets nerveux sensitifs à travers les foramens depuis la muqueuse nasale jusqu'au bulbe olfactif. Les nerfs olfactifs sont communément désignés par le terme global de nerf olfactif (I).

De chaque côté de l'ethmoïde, le plancher de la fosse crânienne antérieure est formé par des lames relativement fines de l'os frontal (les **parties orbitaires** de l'os frontal), qui forment également le toit de l'orbite sous-jacente. En arrière des os frontal et ethmoïde, le reste du plancher de la fosse crânienne antérieure est formé par le corps et les petites ailes du sphénoïde. Sur la ligne médiane, le corps s'étend en avant entre les portions orbitaires de l'os frontal pour s'unir à l'os ethmoïde, et en arrière dans la fosse crânienne moyenne.

La limite entre les fosses crâniennes antérieure et moyenne sur la ligne médiane est le bord antérieur du sillon préchiasmatique, un sillon lisse étendu entre les canaux optiques à travers le corps du sphénoïde.

Petites ailes du sphénoïde

Les deux petites ailes du sphénoïde s'étendent latéralement à partir du corps et forment une limite nette entre les parties antérieure et moyenne de la fosse.

En formant le contour antérieur de la fosse crânienne moyenne, chaque petite aile se termine latéralement en une pointe effilée à la jonction entre l'os frontal et la grande aile du sphénoïde, en regard du rebord latéral supérieur de la fissure orbitaire supérieure qui est formée entre la grande aile et la petite aile.

En dedans, chaque petite aile s'élargit, s'incurve en arrière, et se termine en un **processus clinoïde antérieur** (fig. 8.25). Ces processus servent de point d'insertion antérieur à la **tente du cervelet**, qui est une lame de la dure-mère séparant la partie postérieure des hémisphères cérébraux du cervelet. Juste en avant de chaque processus antérieur se situe un orifice circulaire dans la petite aile du sphénoïde (le **canal optique**), à travers lequel passent l'artère ophtalmique et le nerf optique (II). Les canaux optiques sont habituellement inclus dans la fosse crânienne moyenne.

Tableau 8.2 Orifices internes du crâne.

Foramen	**Structures passant par le foramen**
Fosse crânienne antérieure	
Foramen cæcum	Veines émissaires vers la cavité nasale
Foramens olfactifs de la plaque criblée	Nerfs olfactifs (I)
Fosse crânienne moyenne	
Canal optique	Nerf optique (II) et artère ophtalmique
Fissure orbitaire supérieure	Nerf oculomoteur (III) ; nerf trochléaire (IV) ; rameau ophtalmique du nerf trijumeau (V_1) ; nerf abducens (VI) ; veines ophtalmiques
Foramen rond	Rameau maxillaire du nerf trijumeau (V_2)
Foramen ovale	Rameau mandibulaire du nerf trijumeau (V_3) ; nerf petit pétreux
Foramen épineux	Artère méningée moyenne
Hiatus du nerf grand pétreux	Nerf grand pétreux
Hiatus du nerf petit pétreux	Nerf petit pétreux
Fosse crânienne postérieure	
Foramen magnum	Jonction cérébromédullaire ; artères vertébrales ; racines spinales du nerf accessoire ; méninges
Méat acoustique interne	Nerf facial (VII) ; nerf vestibulocochléaire (VIII) ; artère labyrinthique
Foramen jugulaire	Nerf glossopharyngien (IX) ; nerf vague (X) ; sinus pétreux inférieur, sinus sigmoïde (formant la veine jugulaire interne)
Canal hypoglosse	Nerf hypoglosse (XII) ; branche méningée de l'artère pharyngienne ascendante
Canal condylaire	Veine émissaire

Fosse crânienne moyenne

La fosse crânienne moyenne est constituée par des parties des os sphénoïde et temporaux (fig. 8.26).

La limite entre les fosses crâniennes antérieure et moyenne sur la ligne médiane est le bord antérieur du sillon préchiasmatique, qui est un sillon lisse étendu entre les canaux optiques croisant le corps du sphénoïde.

Les limites postérieures de la fosse crânienne moyenne sont formées par la surface antérieure, jusqu'au niveau du bord supérieur, de la partie pétreuse de la partie pétromastoïdienne de l'os temporal.

Os sphénoïde

Le plancher, sur la ligne médiane, est relevé et formé par le corps du sphénoïde. En dehors de celui-ci, de grandes dépressions sont formées de chaque côté par la grande aile du sphénoïde et la partie squameuse de l'os temporal. Ces dépressions contiennent les lobes temporaux du cerveau.

Selle turcique

Juste en arrière du sillon chiasmatique se situe le seul vestige modifié du corps du sphénoïde (la **selle turcique**), qui constitue une zone centrale profonde (la **fosse hypophysaire**) et qui contient la glande hypophyse entre des parois osseuses verticales antérieure et postérieure (fig. 8.26).

La paroi antérieure de la selle est disposée verticalement, et présente un léger relief soulevant sa partie supérieure, le **tubercule de la selle turcique**, situé au bord postérieur du sillon chiasmatique.

Les prolongements latéraux des coins du tubercule de la selle turcique (les **processus clinoïdes moyens**) sont parfois saillants.

La paroi postérieure de la selle turcique est le **dorsum sellae (dos de la selle)**, grand rebord osseux dirigé en haut et en avant. Au sommet de ce rebord osseux, les bords latéraux portent des prolongements arrondis (les **processus clinoïdes postérieurs**), qui sont des points d'insertion, comme les processus clinoïdes antérieurs, de la tente du cervelet.

Fissures et foramens

Latéralement, de chaque côté du corps du sphénoïde, la base de la fosse crânienne moyenne est formée par la grande aile du sphénoïde (fig. 8.26).

Un orifice oblique, la **fissure orbitaire supérieure**, sépare la grande aile du sphénoïde de la petite aile, et constitue le plus important lieu de passage entre la fosse crânienne moyenne et l'orbite. Les éléments qui traversent cette fissure sont le nerf oculomoteur (III), le nerf trochléaire (IV), le nerf ophtalmique (V_1), le nerf abducens (VI) et les veines ophtalmiques.

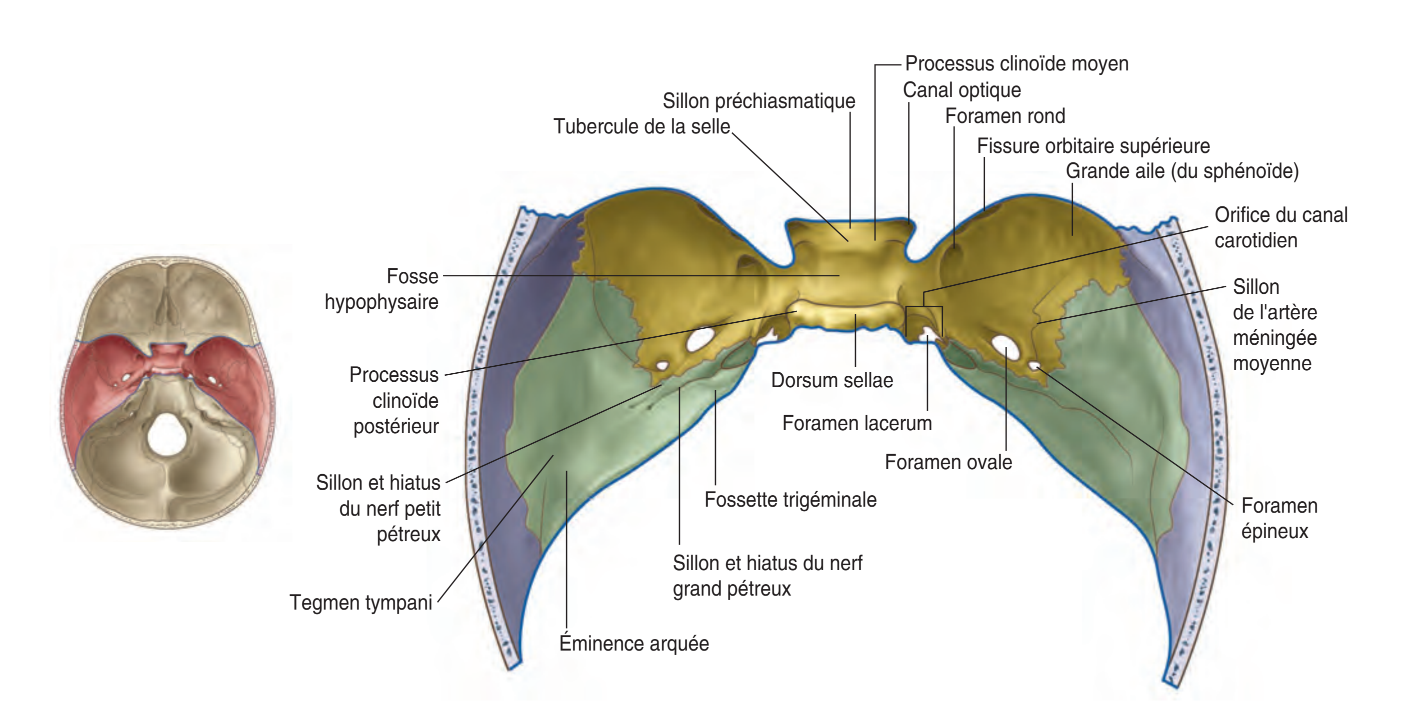


Figure 8.26 Fosse crânienne moyenne.



En arrière de l'extrémité médiale de la fissure orbitaire supérieure, sur le plancher de la fosse crânienne moyenne, un foramen arrondi orienté en avant (le **foramen rond**) livre passage au nerf maxillaire (V_2), qui se dirige de la fosse crânienne moyenne vers la fosse ptérygopalatine.

En arrière et en dehors du **foramen rond**, un grand orifice ovale (le **foramen ovale**) permet à certaines structures de passer de la fosse infratemporale extracrânienne à la fosse crânienne moyenne ; ce sont le nerf mandibulaire (V3), le nerf petit pétreux (qui comporte des fibres du plexus tympanique qui étaient issues du nerf glossopharyngien [IX]) et, parfois, un petit vaisseau (l'artère méningée moyenne accessoire) qui traversent à ce niveau.

En arrière et en dehors du foramen ovale se situe le foramen épineux (fig. 8.26). Cet orifice fait aussi communiquer la fosse infratemporale et la fosse crânienne moyenne. L'artère méningée moyenne et ses veines satellites traversent cet orifice, et à la face endocrânienne, un sillon est bien marqué par le passage de l'artère méningée moyenne sur le plancher et sur la paroi latérale de la fosse moyenne.

En arrière et en dedans du foramen ovale se situe l'**orifice arrondi intracrânien** du **canal carotidien**. Un foramen irrégulier se situe directement en dessous de cet orifice (le **foramen lacerum**) (fig. 8.26). Sur une vue inférieure du crâne, cet orifice est bien visible, et sur le vivant, il est fermé par un plot de cartilage et aucune structure ne le traverse complètement.

Os temporal

La limite postérieure de la fosse crânienne moyenne est formée par la face antérieure de la partie pétreuse de la portion pétromastoïdienne de l'os temporal.

En dedans, une petite dépression (**fossette trigéminale**) à la surface antérieure de la portion pétreuse de l'os temporal (fig. 8.26) marque la localisation du ganglion sensitif du nerf trijumeau (V).

En dehors de la fossette trigéminale et sur la face antérieure de la portion pétreuse de l'os temporal, se situe un petit sillon linéaire dirigé en haut et en dehors, qui se termine dans un foramen (le **sillon** et le **hiatus du nerf grand pétreux**). Le nerf grand pétreux est un rameau du nerf facial (VII).

En position antérolatérale par rapport au sillon du nerf grand pétreux, un second sillon, plus petit, le sillon du nerf petit pétreux, se termine avec le hiatus du nerf petit pétreux, en marquant le passage de ce nerf, rameau du plexus tympanique qui contient des fibres initialement issues du nerf glossopharyngien (IX) (fig. 8.26).

Au-dessus et en dehors des petits orifices pour les grand et petit nerfs pétreux, près du bord supérieur de la portion pétreuse de l'os temporal, un relief osseux arrondi (l'**eminentia arcuata** [éminence arquée]) est produit par le canal semi-circulaire antérieur sous-jacent de l'oreille interne.

Juste en avant et en dehors de l'éminence arquée, la surface antérieure de la portion pétreuse de l'os temporal est légèrement déprimée. Cette région est le **tegmen tympani**, et correspond au toit osseux fin de la cavité de l'oreille moyenne.

Fosse crânienne postérieure

La fosse crânienne postérieure est principalement constituée par les os temporaux et occipital, avec une faible contribution du sphénoïde et des pariétaux (fig. 8.27). C'est la plus grande et la plus profonde des trois fosses crâniennes, et elle contient le tronc cérébral (mésencéphale, pont et moelle allongée) et le cervelet.

Limites

Les limites antérieures de la fosse crânienne postérieure, sur la ligne médiane, sont le dorsum sellae et le **clivus** (fig. 8.27). Le clivus est une pente osseuse développée en avant du foramen magnum. Il est formé par l'union du corps du sphénoïde et par la partie basilaire de l'os occipital.

Latéralement, les limites antérieures de la fosse crânienne postérieure correspondent au bord supérieur de la partie pétreuse de la partie pétromastoïdienne de l'os temporal.

En arrière, la principale limite est la partie squameuse de l'os occipital jusqu'au niveau du sillon transverse, alors que latéralement, la portion pétromastoïdienne de l'os temporal et de petites parties de l'os occipital et des os pariétaux bordent la fosse.

Foramen magnum

Au centre, dans la partie la plus profonde de la fosse crânienne postérieure, se situe le foramen le plus grand du crâne, le foramen magnum. Il est entouré par la partie basilaire de l'os occipital en avant, les parties latérales de l'os occipital latéralement de chaque côté, et la partie squameuse de l'os occipital en arrière.

La moelle spinale chemine vers le haut à travers le foramen magnum pour se continuer par le tronc cérébral.

À travers ce foramen magnum passent également les artères vertébrales, les méninges et les racines spinales du nerf accessoire (XI).

Sillons et foramens

Le clivus s'incline vers le haut à partir du foramen magnum. Le **sillon du sinus pétreux inférieur** est situé en dehors du clivus, entre la partie basilaire de l'os occipital et la portion pétreuse de la partie pétromastoïdienne de l'os temporal (fig. 8.27).

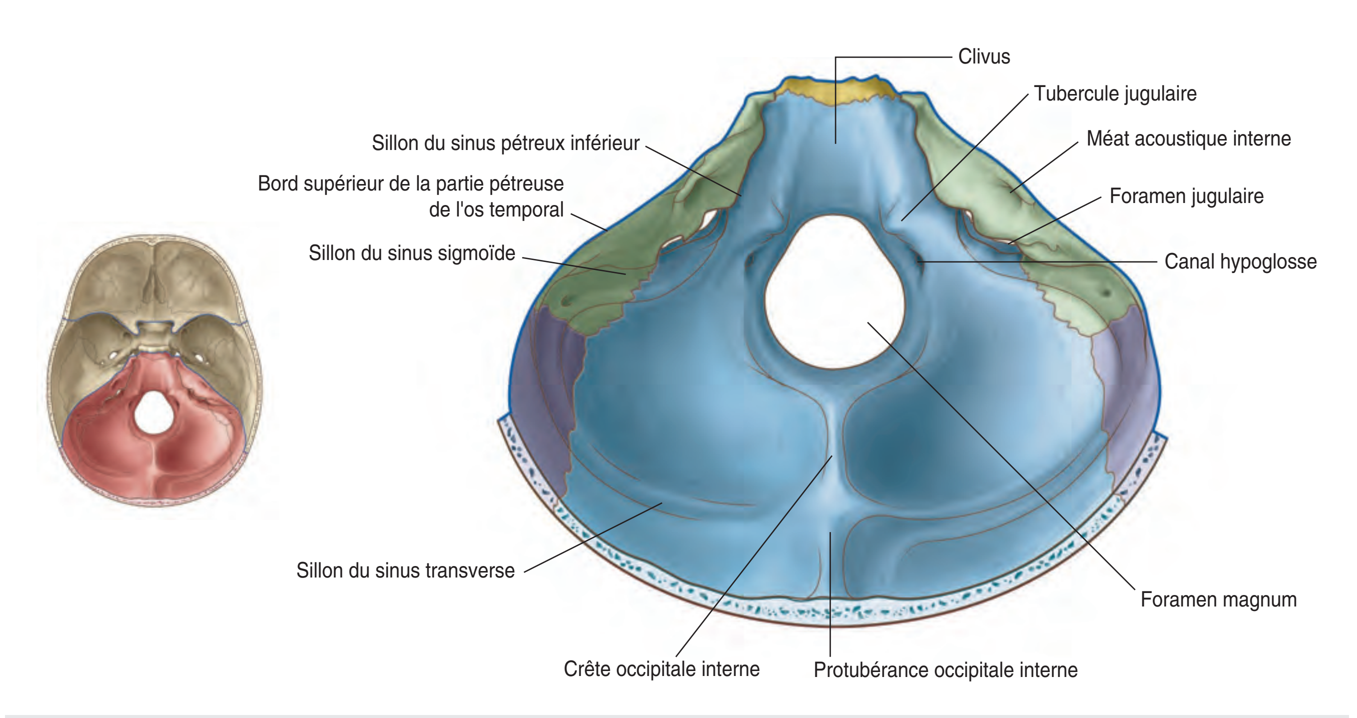


Figure 8.27 Fosse crânienne postérieure.

Latéralement, un foramen ovale (le **méat acoustique interne**) perfore la partie supérieure de la surface postérieure de la partie pétreuse de l'os temporal. Les nerfs facial (VII) et vestibulocochléaire (VIII) ainsi que l'artère labyrinthique le traversent.

Sous le méat acoustique interne, l'os temporal est séparé de l'os occipital par le grand foramen jugulaire (fig. 8.27). Le sillon du sinus pétreux inférieur gagne ce foramen par la face médiale, le **sillon du sinus sigmoïde**, par la face latérale.

Le sinus sigmoïde passe dans le foramen jugulaire, où il est en continuité avec la veine jugulaire interne, alors que le sinus pétreux inférieur s'abouche dans la veine jugulaire au niveau du foramen jugulaire.

Les autres éléments qui traversent le foramen jugulaire sont le nerf glossopharyngien (IX), le nerf vague (X) et le nerf accessoire (XI).

En dedans du foramen jugulaire se place un grand relief arrondi de l'os occipital (le **tubercule jugulaire**). Juste en dessous de lui, et au-dessus du foramen magnum, le canal hypoglosse livre passage au nerf hypoglosse (XII), qui quitte ainsi la fosse crânienne, et à une branche méningée de l'artère pharyngienne ascendante qui pénètre dans la fosse crânienne postérieure.

Immédiatement en arrière du canal hypoglosse, le petit **canal condylaire**, lorsqu'il est présent, donne passage à une veine émissaire.

Partie squameuse de l'os occipital

La partie squameuse de l'os occipital a plusieurs constituants essentiels (fig. 8.27) :

- le relief visible sur la ligne médiane au-dessus du foramen magnum est la crête occipitale interne ;
- de chaque côté de la crête occipitale externe, le plancher de la fosse crânienne postérieure est concave pour recevoir les hémisphères cérébelleux ;
- la crête occipitale interne se termine en haut sur une protubérance osseuse (la protubérance occipitale interne) ;
- des sillons s'étendent latéralement à partir de la protubérance occipitale interne, marqués par les sinus transverses, et peuvent rejoindre des sillons pour chaque sinus sigmoïde – chacun de ces sillons s'oriente alors en bas vers les foramens jugulaires.

Les sinus transverses et sigmoïdes sont des sinus veineux intraduraux.

Foramens et fissures permettant l'entrée et la sortie des structures majeures dans la cavité crânienne

Les foramens et fissures permettant le passage des structures majeures entre la cavité crânienne et les autres régions sont regroupés dans la figure 8.28.

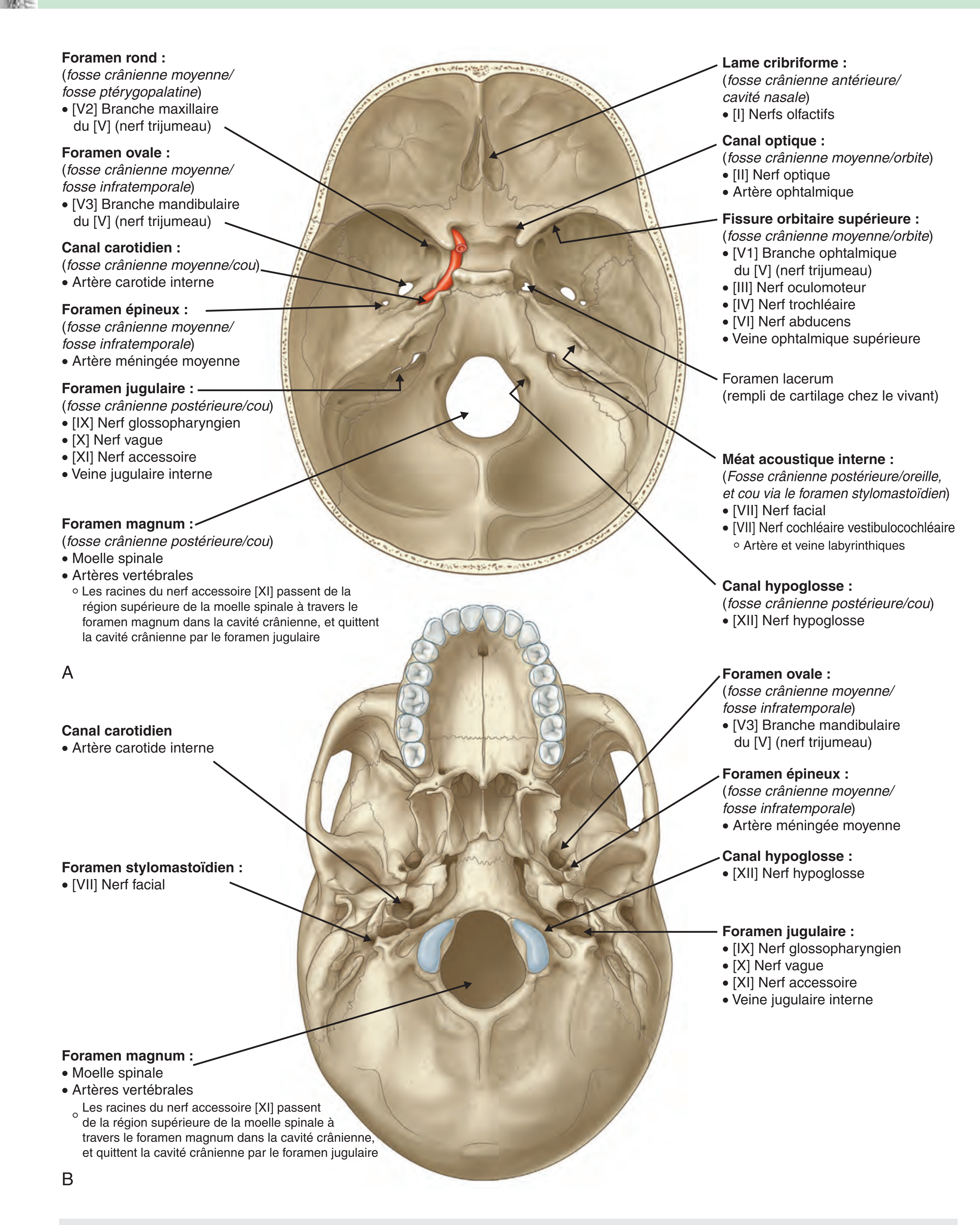


Figure 8.28 Synopsis des foramens et fissures à travers lesquels la principales structures entrent ou sortent de la cavité crânienne. **A.** Plancher de la cavité crânienne. Les régions entre lesquelles les foramens ou fissures communiquent sont aussi indiquées. **B.** Vue inférieure du crâne.

En clinique

Craniosynostose

Certains bébés peuvent naître avec la fusion ossifiée (synostose) d'une ou de plusieurs sutures crâniennes. Cela peut provoquer une forme irrégulière de la tête parce que la structure et la direction de la croissance du crâne sont altérées. Dans la majorité des cas, la cause est inconnue, et une minorité de cas peuvent être dus à un syndrome génétique.

En clinique

Imagerie médicale de la tête

Radiographie

Jusqu'à récemment, la méthode standard d'imagerie de la tête était la radiographie. Les radiographies sont réalisées dans trois incidences standard : l'incidence postéro-antérieure, l'incidence de profil et l'incidence de Towne (incidence antéropostérieure [AP] – la tête étant placée en position anatomique). D'autres vues sont utiles pour mettre en évidence les foramens de la base du crâne et les os de la face. En pratique courante, les radiographies sont utilisées en cas de traumatismes, mais cet usage diminue. Les fractures du crâne sont assez facilement détectées (fig. 8.29). Le patient est placé en observation et surveillance neurologique pour le dépistage des complications potentielles.

Tomodensitométrie

Depuis le développement du scanner cérébral par la tomodensitométrie (TDM), cet examen est devenu la référence pour l'examen neuroradiologique. Il est idéalement utilisé dans le cas des traumatismes crâniens, car le cerveau et ses enveloppes peuvent être rapidement examinés, et la présence de sang peut être facilement détectée. Les modifications osseuses peuvent aussi être mises en évidence du fait des perturbations de l'algorithme mathématique.

Par injection intraveineuse de produit de contraste, l'angioscanner peut être utilisé pour préciser la position et la taille d'un anévrisme intracérébral avant traitement endovasculaire.

Imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) n'est dépassée par aucune autre technique dans sa capacité de résolution de contraste. Le cerveau et ses enveloppes, le liquide cérébrospinal (LCS) et la colonne vertébrale peuvent être aisément et rapidement examinés. Les nouvelles séquences d'imagerie permettent la suppression du LCS pour affiner les lésions périventriculaires.

L'angio-IRM est extrêmement contributive pour déterminer complètement la vascularisation intracrânienne (cercle de Willis), ce qui peut être indispensable dans certaines conditions chirurgicales.

L'IRM est aussi un excellent moyen de diagnostic de la sténose carotidienne.

Échographie

Il est à présent possible de réaliser des études en Doppler intracrânien, ce qui permet au chirurgien de distinguer chez un patient une embolie cérébrale d'une plaque carotidienne.

L'échographie extracrânienne est très importante pour l'évaluation d'une tumeur et pour l'étude des masses du cou et de la bifurcation carotidienne (fig. 8.30).

L'échographie est utilisée chez l'enfant parce qu'il existe une fenêtre acoustique à travers les fontanelles.



Figure 8.29 Fracture du crâne vue sur une radiographie de crâne (patient en position couchée).

(Suite)



En clinique—Suite

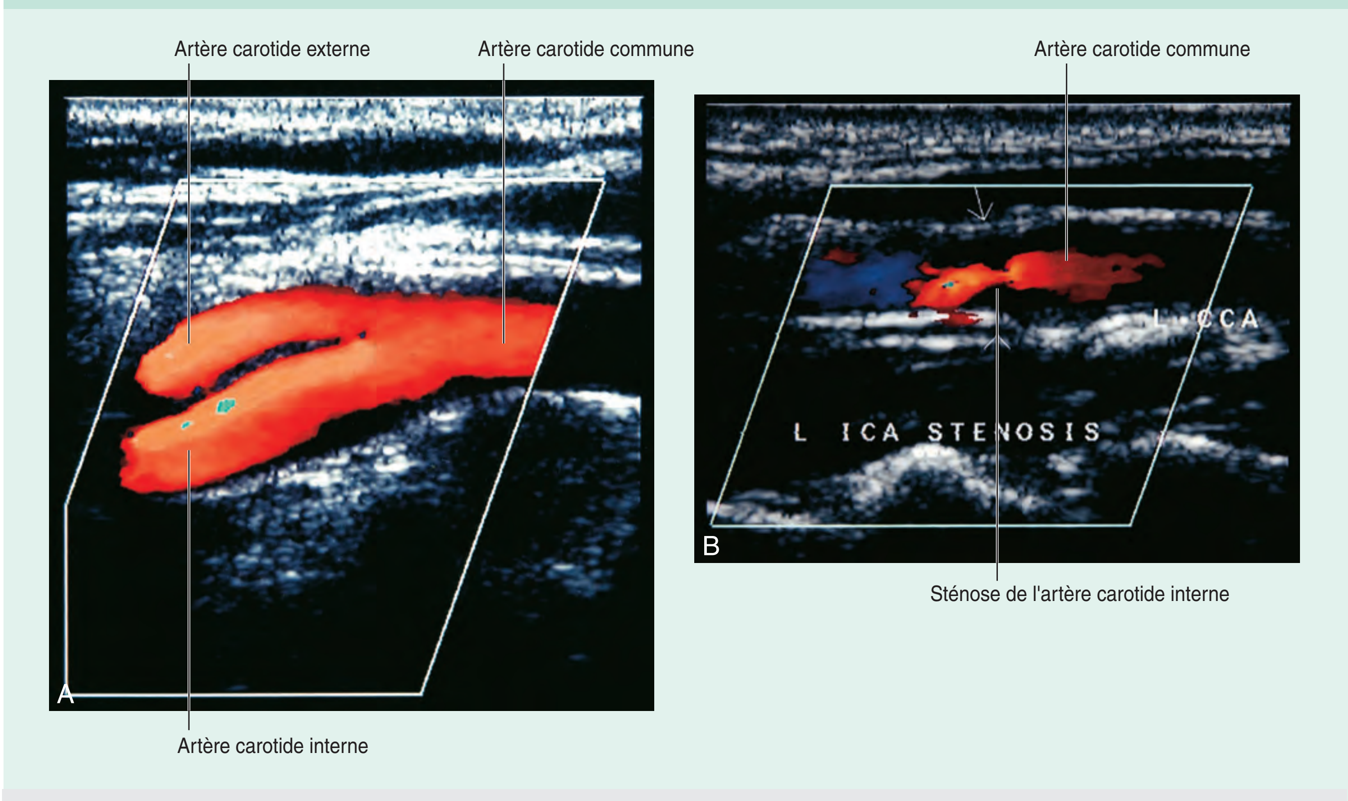


Figure 8.30 Coupes échotomographiques. **A.** Bifurcation carotidienne normale. **B.** Sténose de la carotide interne.

En clinique

Fractures de la voûte du crâne

La voûte du crâne est une structure remarquablement solide, car elle protège notre principal organe vital, le cerveau. La forme de la voûte du crâne est d'une importance critique et sa biomécanique protège des fractures. D'un point de vue clinique, la présence d'une fracture du crâne alerte le praticien sur la nature et la force d'un traumatisme ainsi que sur ses complications potentielles. La fracture elle-même est habituellement une moindre conséquence (à la différence d'une fracture du tibia). Le point essentiel est de minimiser la répercussion du traumatisme initial et de traiter les complications secondaires, plutôt que de se focaliser sur la fracture du crâne. Les fractures du crâne qui ont une signification particulière sont les fractures avec enfoncement, les fractures ouvertes et les fractures du ptérion.

Fractures avec enfoncement (ou embarrures)

Dans une fracture avec enfoncement, un fragment osseux est enfoncé sous le niveau de la convexité normale. Cela peut provoquer une lésion secondaire artérielle ou veineuse avec formation d'un hématome. Une lésion primitive du cerveau peut aussi s'associer à ce type de fracture.

Fractures ouvertes

Dans une fracture ouverte, il existe une fracture osseuse associée à une brèche cutanée, qui peut laisser entrer une infection. Typiquement, ces fractures sont associées à des lacérations du scalp et peuvent être traitées par antibiothérapie.

Les complications majeures des fractures ouvertes sont représentées par la méningite, qui peut être fatale.

Un type plus insidieux de fracture ouverte est représenté par les fractures dont le trait traverse les sinus. Elles peuvent être négligées lors du premier examen, mais sont une importante cause de morbidité et doivent être évoquées chez des patients qui développent des infections intracrâniennes secondaires.

Fractures du ptérion

Le ptérion est un point clinique important à la face latérale du crâne. Au ptérion, le frontal, le pariétal, la grande aile du sphénoïde et l'os temporal se réunissent. Le point important est le passage en profondeur par rapport au ptérion de l'artère méningée moyenne. Un traumatisme sur ce point du crâne est extrêmement grave, car la lésion de ce vaisseau produit un hématome extradural symptomatique, qui peut être fatal.

MÉNINGES

Le cerveau, comme la moelle spinale, est entouré par trois couches de membranes (les **méninges**; fig. 8.31A), comprenant : une couche externe, résistante, la **dure-mère**; une couche moyenne, lâche, l'**arachnoïde**; une couche interne fermement attachée au cerveau, la **pie-mère**.

Les méninges crâniennes sont comparables et en continuité par le foramen magnum avec les méninges spinales, avec une distinction importante : la dure-mère crânienne est formée de deux couches, mais une seule est en continuité à travers le foramen magnum (fig. 8.31B).

Dure-mère crânienne

La dure-mère crânienne est une enveloppe épaisse et résistante, qui recouvre le cerveau. Elle est constituée d'une couche externe périostée et d'une couche interne méningée (fig. 8.31A) :

- la couche externe, **couche périostée**, est fermement attachée au crâne et forme le périoste de la cavité crânienne, qui contient les artères méningées, en continuité avec le périoste de la face externe du crâne au niveau du foramen magnum et des autres orifices de la base du crâne (fig. 8.31B);
- la couche interne, **couche méningée**, est en contact étroit avec l'arachnoïde et en continuité avec la dure-mère spinale par le foramen magnum.

Les deux couches de la dure-mère se séparent en plusieurs endroits pour former deux types particuliers de structures (fig. 8.31A) :

- les cloisons de la dure-mère, qui s'étendent en profondeur et séparent partiellement les parties du cerveau;
- les structures veineuses intracrâniennes.

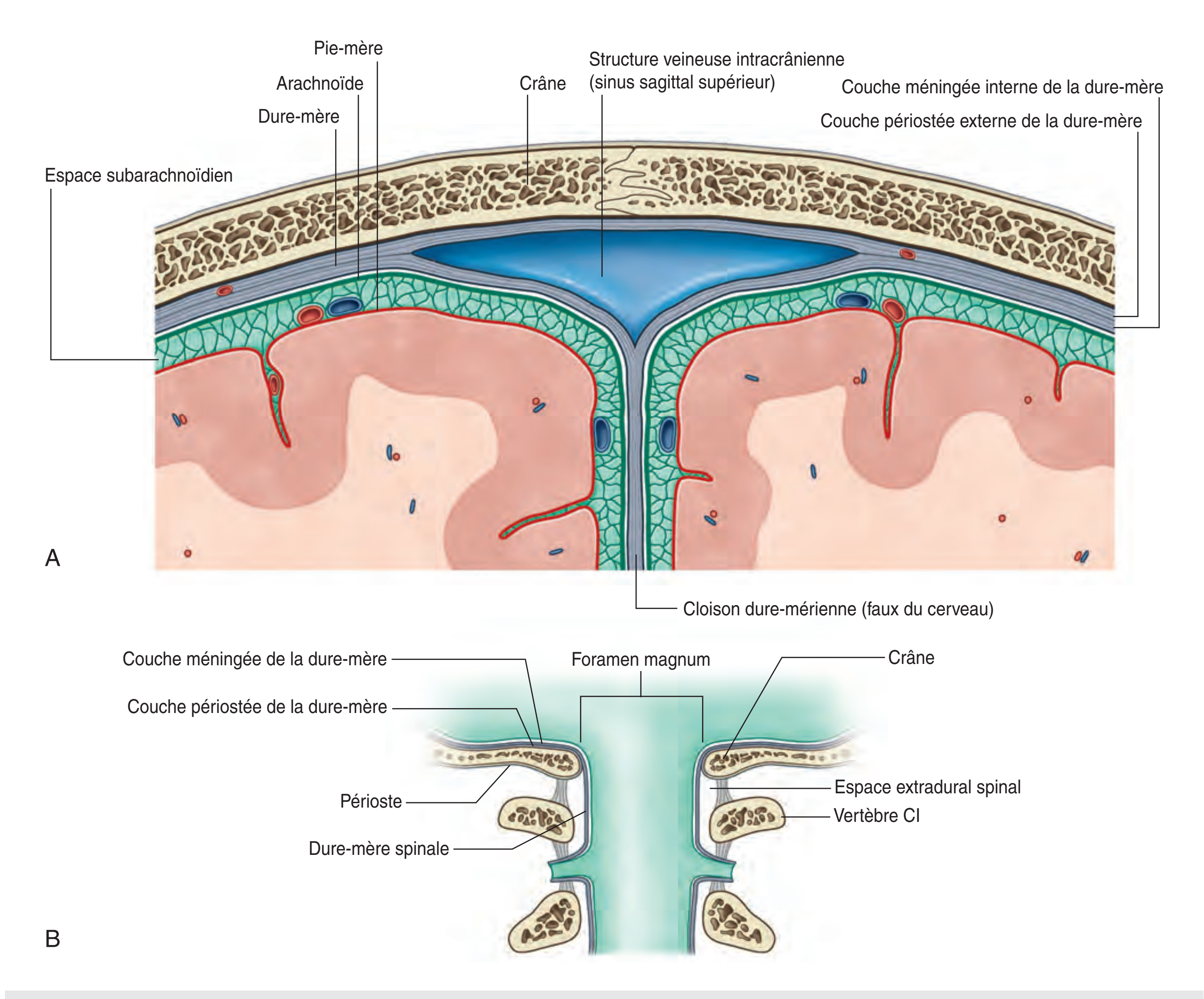


Figure 8.31 Méninges. **A.** Vue coronale supérieure. **B.** Continuité avec les méninges spinales.



Cloisons dure-mériennes

Les cloisons dure-mériennes s'étendent dans la cavité crânienne et la subdivisent partiellement. Ce sont la faux du cerveau, la tente du cervelet, la faux du cervelet et le diaphragme sellaire.

Faux du cerveau

La faux du cerveau (fig. 8.32) est une structure en forme de croissant, qui s'étend verticalement vers le bas à partir de la dure-mère qui recouvre la calvaria en séparant les deux hémisphères. Elle s'insère en avant sur le processus de l'os ethmoïde et sur la crête de l'os frontal. En arrière, elle est attachée à la tente du cervelet, avec laquelle elle fusionne.

Tente du cervelet

La tente du cervelet (fig. 8.32) est un prolongement horizontal de la dure-mère qui couvre et sépare, dans la fosse crânienne postérieure, le cervelet des parties postérieures des hémisphères cérébraux. Elle s'insère en arrière sur l'os occipital le long des sillons des sinus transverses. Latéralement, elle est attachée au bord supérieur de la portion pétreuse de l'os temporal, et elle se termine en avant sur les processus clinoïdes antérieur et postérieur. Les bords antérieurs et médiaux de la tente du cervelet sont libres, et délimitent une ouverture ovale (l'**incisure de la tente du cervelet**) à travers laquelle passe le cerveau moyen.

Faux du cervelet

La faux du cervelet (fig. 8.32) est une petite expansion de la dure-mère sur la ligne médiane dans la fosse cérébelleuse. Elle s'insère en arrière sur la crête occipitale interne, et en haut sur la tente du cervelet. Son bord antérieur est libre et sépare les deux hémisphères cérébelleux.

Diaphragme sellaire

La dernière expansion durale est le diaphragme sellaire (fig. 8.32). Cette petite lame horizontale de la dure-mère couvre la fosse hypophysaire dans la selle turcique de l'os sphénoïde. Le diaphragme sellaire présente en son centre un orifice, à travers lequel passe l'**infundibulum** qui connecte la glande hypophyse et le cerveau, accompagné de vaisseaux.

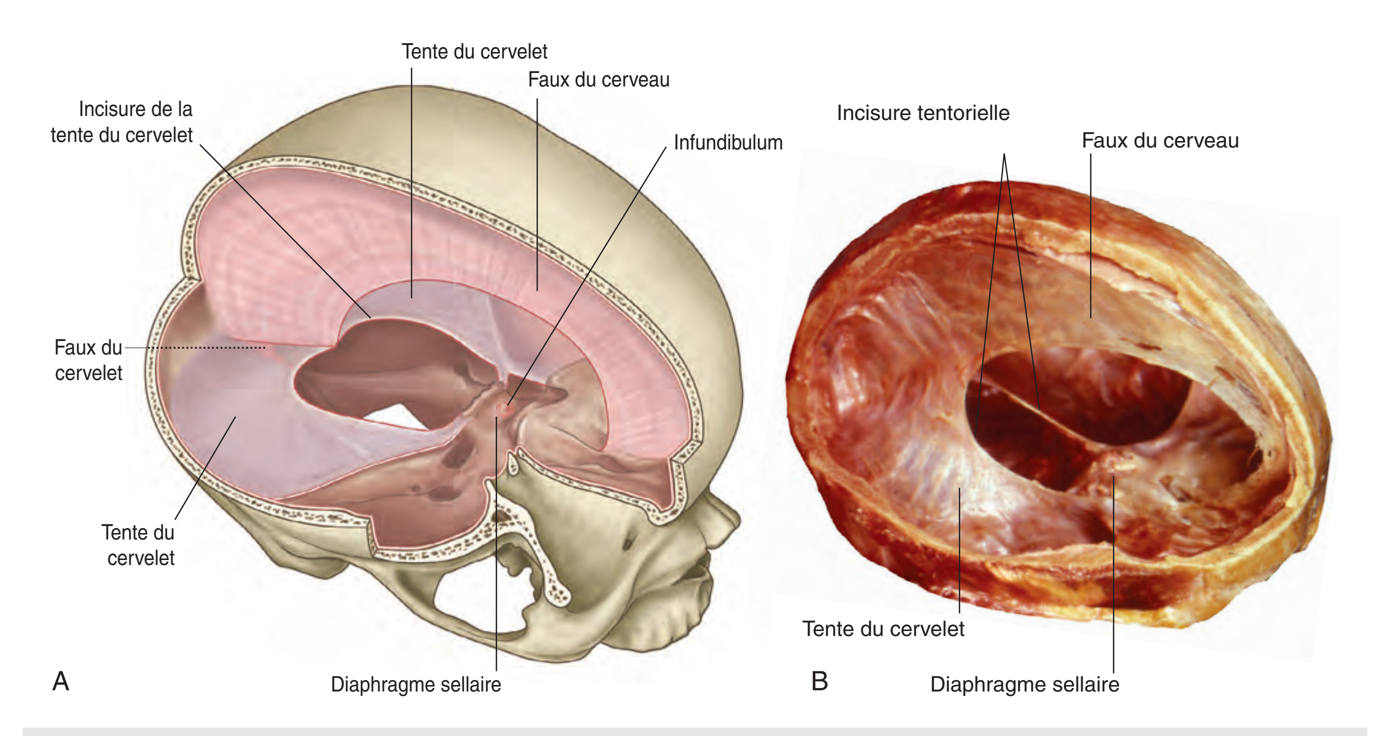


Figure 8.32 Cloisons dure-mériennes **A.** Diagramme. **B.** Dissection.

Vascularisation artérielle

La vascularisation artérielle de la dure-mère (fig. 8.33) chemine dans la couche externe du périoste et est assurée par :

- les **artères méningées antérieures** dans la fosse crânienne antérieure ;
- les **artères méningées moyennes et accessoires** dans la fosse crânienne moyenne ;
- l'**artère méningée postérieure** et d'autres branches méningées dans la fosse crânienne postérieure.

Toutes sont de petites artères, à l'exception de l'artère méningée moyenne, qui est de plus gros calibre et assure la vascularisation de la plus grande partie de la dure-mère.

Les artères méningées antérieures sont des branches des **artères ethmoïdales**.

L'artère méningée moyenne est une branche de l'artère maxillaire. Elle pénètre dans la fosse crânienne moyenne par le foramen épineux et se divise en deux branches antérieure et postérieure :

- la branche antérieure se dirige verticalement pour gagner le vertex crânien en croisant le ptérion au cours de son trajet ;
- la branche postérieure chemine en direction postérieure et supérieure pour assurer la vascularisation de cette partie de la fosse crânienne moyenne.

L'artère méningée accessoire est habituellement une petite branche de l'artère maxillaire qui entre dans la fosse crânienne par le foramen ovale et vascularise les zones situées en dedans de cet orifice.

L'artère méningée postérieure et les autres branches méningées qui vascularisent la dure-mère dans la fosse crânienne postérieure proviennent de plusieurs origines (fig. 8.33) :

- l'artère méningée postérieure, branche terminale de l'**artère pharyngienne ascendante**, entre dans la fosse crânienne postérieure par le foramen jugulaire ;
- une branche méningée de l'artère pharyngienne ascendante entre dans la fosse crânienne postérieure par le canal hypoglosse ;
- des branches méningées de l'**artère occipitale** entrent dans la fosse crânienne postérieure par le foramen jugulaire et le foramen mastoïdien ;
- une branche méningée de l'**artère vertébrale** naît de cette dernière lors de son entrée dans la fosse crânienne postérieure à travers le foramen magnum.

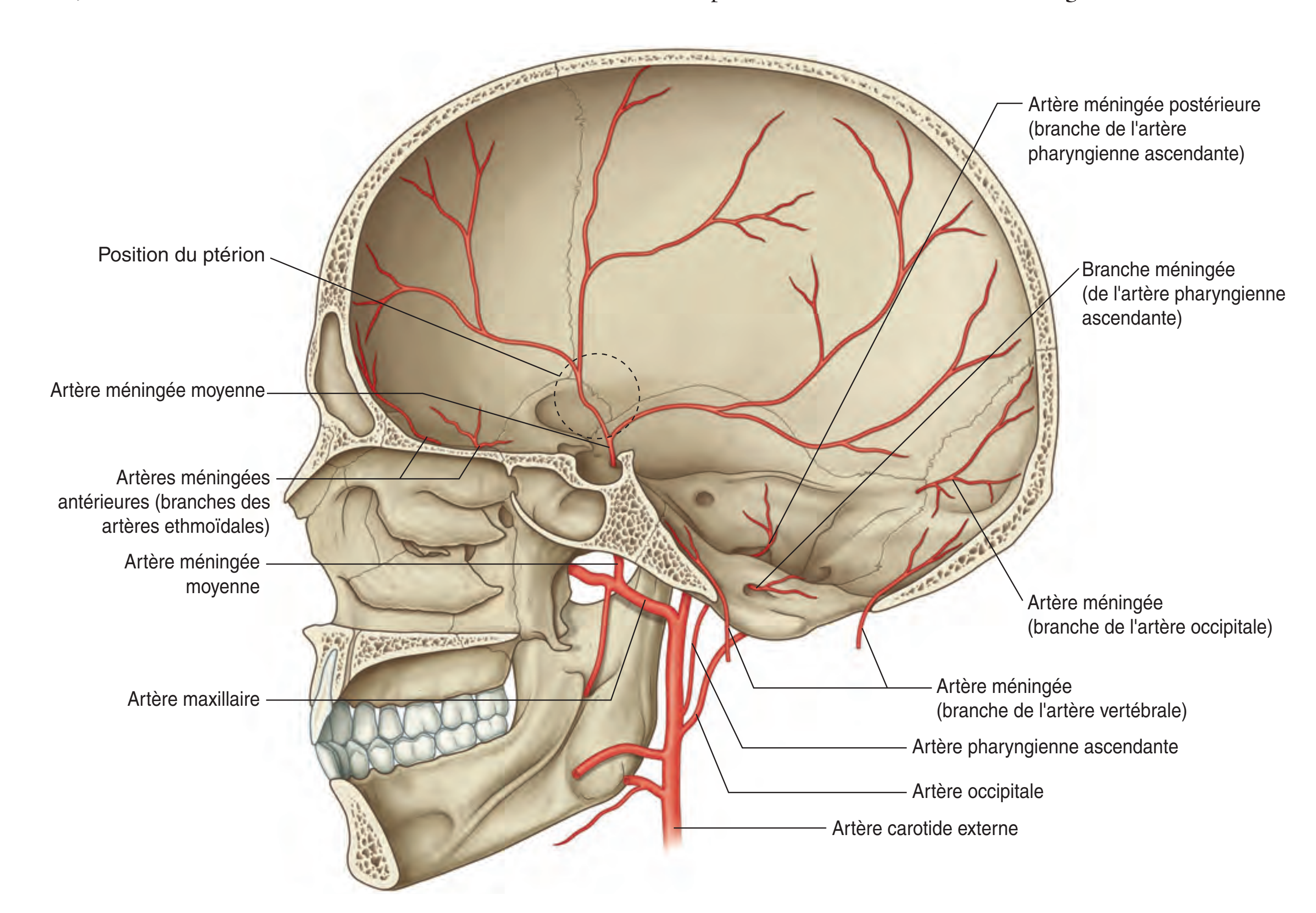


Figure 8.33 Vascularisation artérielle de la dure-mère.



Innervation

L'innervation de la dure-mère (fig. 8.34) est assurée par de petits rameaux méningés provenant des trois divisions du nerf trijumeau (V_1, V_2 et V_3), le nerf vague (X) et par les premier, deuxième et parfois troisième nerfs cervicaux. (Une possible participation des nerfs glossopharyngien [IX] et hypoglosse [XII] a aussi été rapportée.)

Dans la fosse crânienne antérieure, des rameaux méningés proviennent des nerfs ethmoïdaux, qui sont des rameaux du nerf ophtalmique (V_1), et qui innervent le plancher et la partie antérieure de la faux du cerveau.

De plus, un rameau méningé du nerf ophtalmique (V_1) s'incurve et chemine en arrière, apportant l'innervation de la tente du cervelet et de la partie postérieure de la faux du cerveau.

La fosse crânienne moyenne est innervée en dedans par les rameaux méningés du nerf maxillaire (V_2), et latéralement, par les rameaux méningés du nerf mandibulaire (V_3) qui se distribuent le long de l'artère méningée moyenne.

La fosse crânienne postérieure est innervée par les rameaux méningés des premier, deuxième et parfois troisième nerfs cervicaux, qui entrent dans la fosse à travers le foramen magnum, le canal hypoglosse et les foramens jugulaires. Des rameaux méningés du nerf vague (X) ont également été décrits. (Des contributions des nerfs glossopharyngien [IX] et hypoglosse [XII] ont aussi été rapportées.)

Arachnoïde

L'arachnoïde est une fine membrane avasculaire, qui tapisse la face profonde de la dure-mère mais ne lui adhère pas (fig. 8.35). Depuis sa face profonde, de fins processus ou trabécules s'étendent vers le bas en profondeur, à travers l'espace subarachnoïdien, et viennent en continuité avec la pie-mère.

L'arachnoïde s'étend au contact de la dure-mère, mais, à la différence de la pie-mère, ne pénètre pas dans les sillons ou les fissures du cerveau, à l'exception de la fissure longitudinale située entre les deux hémisphères cérébraux.

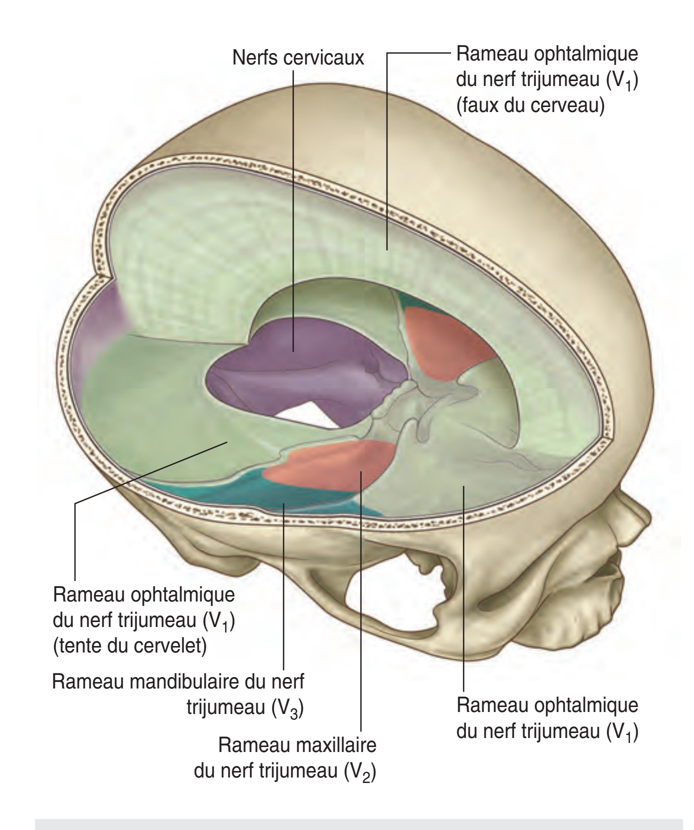


Figure 8.34 Innervation durale.

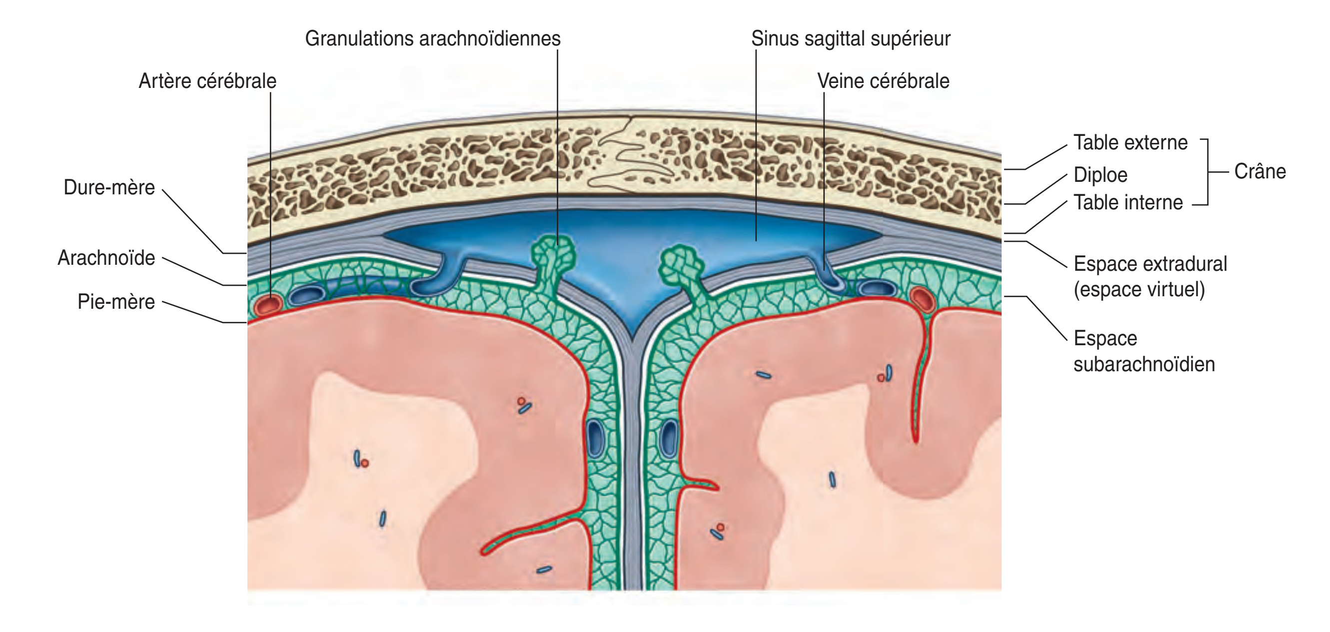


Figure 8.35 Organisation des méninges et des espaces.

Pie-mère

La pie-mère est une mince et délicate membrane qui tapisse la surface du cerveau (fig. 8.35). Elle suit les contours du cerveau, pénétrant dans les sillons et les fissures de sa surface, et est étroitement appliquée autour des racines des nerfs crâniens à leurs origines.

Organisation des méninges et des espaces méningés

L'organisation des méninges est unique, et délimite des espaces réels ou virtuels dans la cavité crânienne (fig. 8.35).

Un espace potentiel est délimité par la dure-mère, alors qu'un espace réel existe entre l'arachnoïde et la pie-mère.

Espace extradural

L'espace potentiel entre la dure-mère et l'os est l'**espace extradural** (fig. 8.35). Normalement, la couche externe ou couche périostée est fermement attachée au plan osseux qui entoure la cavité crânienne.

Cet espace virtuel entre la dure-mère et l'os peut devenir un espace rempli de liquide lorsqu'un traumatisme conduit à une hémorragie. Le saignement dans l'espace extradural, principalement lié à la rupture d'une artère méningée ou moins souvent à l'arrachement d'un sinus veineux dure-mérien, peut provoquer un hématome extradural.

Espace sous-dural

Anatomiquement, un véritable espace sous-dural n'existe pas. La collection de sang dans cette région (hématome sous-dural) due à un traumatisme correspond à une dissection de la couche cellulaire bordant la dure-mère, qui est la couche la plus interne de la méninge dure-mérienne. Les cellules bordantes sont des cellules aplaties entourées d'espaces extracellulaires remplis de matériel amorphe.

Bien que très peu fréquente, une jonction cellulaire peut occasionnellement être vue entre ces cellules et la couche sous-jacente de l'arachnoïde. Le saignement est dû à l'arrachement d'une veine cérébrale traversant la dure-mère pour entrer dans un sinus veineux dure-mérien, et cela forme un hématome sous-dural.

Espace subarachnoïdien

À la face profonde de l'arachnoïde se situe le seul espace normalement rempli de liquide associé aux méninges, l'espace subarachnoïdien (fig. 8.35). Il est présent car l'arachnoïde s'accole solidement à la face interne de la dure-mère et ne suit pas les contours du cerveau, alors que la pie-mère, qui tapisse la surface du cerveau, s'insinue dans les sillons et les fissures de la surface cérébrale. L'étroit **espace subarachnoïdien** est ainsi créé entre ces deux membranes (fig. 8.35).

L'espace subarachnoïdien entoure le cerveau et la moelle spinale, et dans certaines parties, il s'élargit en zones d'expansions (**citernes** arachnoïdiennes). Il contient le liquide cérébrospinal (LCS) et des vaisseaux sanguins.

Le LCS est produit par les plexus choroïdes, essentiellement dans les ventricules cérébraux. Il est clair, incolore, acellulaire, et circule dans l'espace arachnoïdien qui entoure le cerveau et la moelle spinale.

Le LCS retourne dans le système veineux grâce aux **villosités arachnoïdiennes**. Celles-ci se développent en bouquets (**granulations arachnoïdiennes**) dans le sinus sagittal supérieur, qui est un sinus veineux dure-mérien, et dans ses extensions latérales, les **lacunes latérales** (fig. 8.35).

En clinique

Fuite de liquide cérébrospinal

La fuite de LCS hors de l'espace subarachnoïdien peut survenir après toute procédure autour ou dans le cerveau, la moelle spinale, et les membranes méningées. Ces procédures comprennent la chirurgie vertébrale lombale, l'injection épidurale, et la ponction de LCS.

Au cours du « syndrome de fuite cérébrospinal », le LCS fait issue hors de l'espace subarachnoïdien et à travers la dure-mère sans raison apparente. Les conséquences cliniques de ce syndrome incluent vertiges, nausées, fatigue, et un goût métallique dans la bouche. D'autres effets associent aussi un déficit du nerf facial et une diplopie.

En clinique

Hydrocéphalie

L'hydrocéphalie est une dilatation du système ventriculaire, qui peut être due à une obstruction du flux du LCS, une hyperproduction du LCS, ou une défaillance de la réabsorption du LCS.

Le LCS est sécrété par les plexus choroïdes dans les ventricules latéraux, et les troisième et quatrième ventricules. Après sa production, il passe à travers les foramens interventriculaires (foramens de Monro) pour entrer dans le troisième ventricule. À partir du troisième ventricule, il chemine dans l'aqueduc cérébral (aqueduc de Sylvius) vers le quatrième ventricule, d'où il passe dans l'espace subarachnoïdien par le foramen médian ou les deux foramens latéraux (foramen de Magendie et foramen de Luschka).

(Suite)



En clinique—Suite

Le LCS entoure la moelle spinale en bas, et enveloppe le cerveau en haut, et il est réabsorbé par les granulations arachnoïdiennes dans la paroi des sinus veineux dure-mériens. Chez l'adulte, environ un demi-litre de LCS est sécrété par jour.

Chez l'adulte, la cause la plus commune d'hydrocéphalie est une interruption de l'absorption normale du LCS dans les granulations arachnoïdiennes. Cela survient lorsque le sang diffuse dans l'espace subarachnoïdien au cours d'une hémorragie subarachnoïdienne, se répartit autour du cerveau, et vient interférer avec l'absorption normale du LCS. Pour prévenir une hydrocéphalie grave, il peut être nécessaire de placer un petit cathéter à travers le cerveau dans la cavité ventriculaire pour en diminuer la pression.

Parmi les autres causes d'hydrocéphalie figurent l'obstruction de l'aqueduc de Sylvius et différentes tumeurs (par exemple, la tumeur du cerveau moyen) susceptibles d'obstruer l'aqueduc. De rares causes sont représentées par les tumeurs des plexus choroïdes qui sécrètent le LCS.

Chez l'enfant, l'hydrocéphalie est toujours dramatique dans ses formes terminales. L'hydrocéphalie augmente la taille et les dimensions des ventricules, et provoque l'augmentation de volume du cerveau. Du fait de l'absence de fusion des sutures du crâne, la tête grossit. L'augmentation du périmètre crânien in utero peut rendre impossible l'accouchement par voie basse vaginale et peut imposer une intervention de césarienne.

La TDM et l'IRM peuvent permettre au radiologue de déterminer le site de l'obstruction. Une distinction doit être faite entre l'élargissement ventriculaire dû à l'hydrocéphalie et les autres causes (par exemple, l'atrophie cérébrale).

En clinique

Méningite

La méningite est une affection rare des **leptoméninges** (les leptoméninges sont l'arachnoïde et la pie-mère associées). L'infection méningée survient classiquement par une voie hématogène, mais peut être liée à une contamination directe (par exemple, traumatique) ou provenir de la cavité nasale à travers les lames criblées de l'os ethmoïde.

Certains types d'infections bactériennes des méninges sont tellement virulents que l'inflammation incontrôlable et l'infection avec irritation cérébrale conduisent le patient à l'état de coma puis à la mort.

La méningite est habituellement traitée par antibiothérapie.

Certains types de bactéries à l'origine de méningites produisent également d'autres effets, par exemple des hémorragies sous-cutanées (ecchymoses) qui sont évocatrices de la méningite méningococcique.

L'histoire clinique des méningites n'est pas spécifique au début. Le patient peut se plaindre de céphalées légères, de fièvre, de somnolence et de nausées. La progression de l'infection peut voir se développer une photophobie (intolérance à la lumière) et des ecchymoses. La mise en extension des membres inférieurs provoque des douleurs de la nuque marquées et une sensation de malaise (signe de Kernig), et l'hospitalisation est alors indispensable.

Le traitement immédiat consiste en une antibiothérapie par voie intraveineuse à très fortes doses associée au traitement symptomatique.

En clinique

Tumeurs cérébrales

La détermination de la structure anatomique d'où est issue une tumeur est de la plus haute importance, surtout lorsqu'elle se développe dans la voûte crânienne. La mauvaise interprétation de la localisation d'une lésion et de son site d'origine peut avoir des conséquences désastreuses pour le patient.

Lors de l'évaluation de toute tumeur cérébrale, il est important de définir si elle est intra-axiale (dans le cerveau) ou extra-axiale (en dehors du cerveau).

Les tumeurs extra-axiales typiques incluent les méningiomes (tumeurs des méninges) et les neurinomes de l'acoustique. Les méningiomes dérivent des méninges et les sites préférentiels sont les régions au contact de la faux du cerveau, le bord libre de la tente du cervelet, et la marge antérieure de la fosse crânienne moyenne. Les neurinomes de l'acoustique sont typiquement développés au niveau et autour du nerf vestibulocochléaire (VIII) et de l'angle pontocérébelleux.

Les tumeurs intra-axiales sont primaires ou secondaires. Parmi les plus communes figurent les tumeurs secondaires du cerveau, le plus souvent métastatiques.

Les tumeurs métastatiques sont classiquement trouvées chez les patients porteurs de carcinome pulmonaire ou bronchique, mais de nombreuses autres pathologies malignes peuvent être à l'origine de métastases cérébrales.

Les tumeurs cérébrales primitives sont rares et vont des lésions bénignes aux lésions extrêmement agressives de sombre pronostic. Ces tumeurs proviennent de différentes lignées cellulaires et incluent les gliomes, les oligodendrocytomes et les tumeurs des plexus choroïdes. Les tumeurs primitives du cerveau peuvent survenir à tout âge, avec un petit pic d'incidence dans les premières années de la vie, et un pic plus tardif chez l'adulte jeune et à l'âge moyen.

LE CERVEAU ET SA VASCULARISATION

Cerveau

Le cerveau est un constituant du système nerveux central.

Au cours de son développement, le cerveau peut être divisé en cinq parties continues (fig. 8.36 et fig. 8.37). De la région rostrale (ou crânienne) à la région caudale, ce sont :

- le télencéphale (cerebrum) comprend les importants hémisphères cérébraux. La surface de ces hémisphères est constituée de reliefs (gyrus) et de dépressions (sulcus), et les hémisphères sont en partie séparés par une profonde fissure longitudinale. Le cerveau remplit la partie du crâne située au-dessus de la tente du cervelet et est divisé en lobes selon la topographie ;
- le **diencéphale**, caché lors de l'examen du cerveau par les hémisphères cérébraux, est constitué par le thalamus, l'hypothalamus et d'autres structures en rapport. Il est classiquement considéré comme la partie la plus rostrale du système nerveux central (cependant, dans l'usage commun actuel, le terme de tronc cérébral correspond de manière usuelle au mésencéphale, au pont et à la moelle allongée) ;
- le **mésencéphale** (**cerveau moyen**), qui est la première partie du tronc cérébral visible lorsqu'un cerveau adulte sain est examiné. Il se situe à la jonction entre les fosses crâniennes moyenne et postérieure ;
- le **métencéphale**, qui donne origine au cervelet (formé de deux hémisphères et d'une partie médiane dans la fosse crânienne postérieure sous la tente du cervelet) et au pont en avant du cervelet, qui est une partie proéminente du tronc cérébral située dans la partie la plus antérieure de la fosse crânienne postérieure contre le clivus et le dorsum sellae ;
- le **myélencéphale** (**moelle allongée**), la partie la plus caudale du tronc cérébral, qui se termine au foramen magnum ou à l'émergence des racines les plus hautes du premier nerf cervical, et à laquelle sont attachés les nerfs crâniens VI à XII.

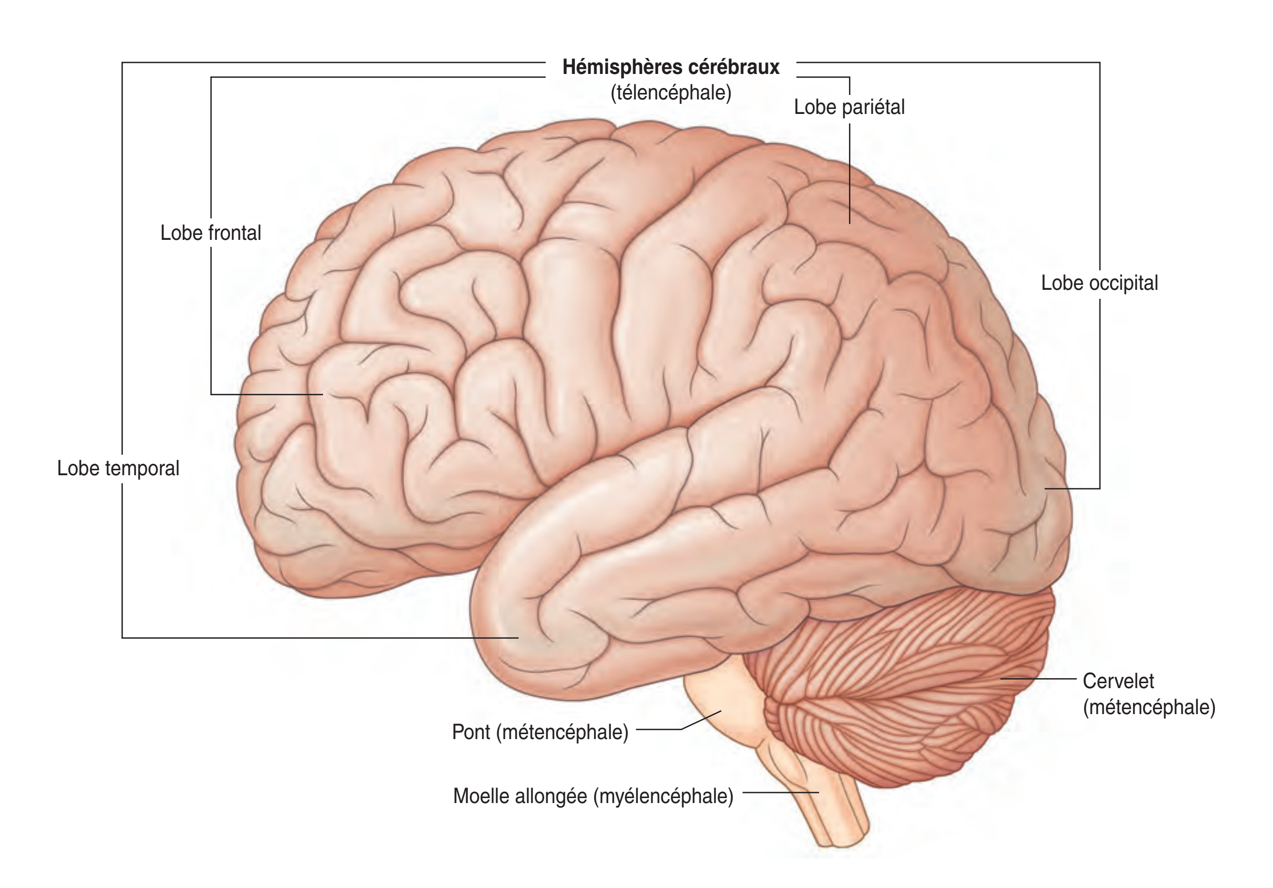


Figure 8.36 Vue latérale du cerveau.



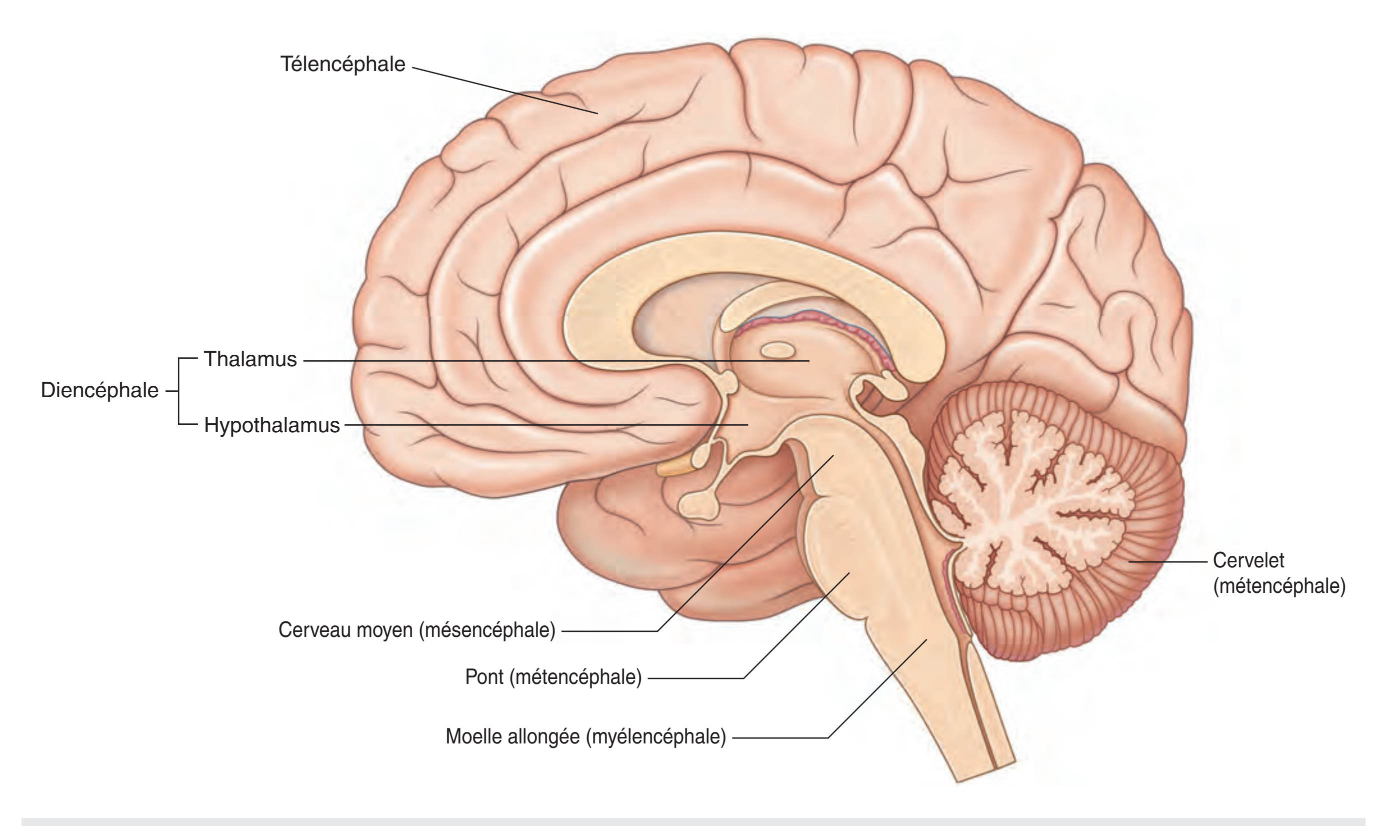


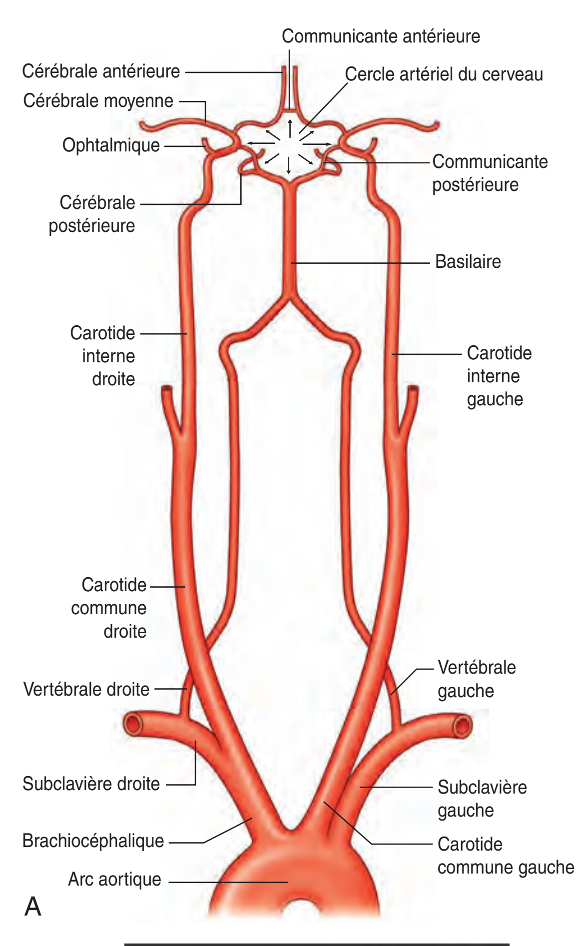
Figure 8.37 Coupe sagittale du cerveau.

Vascularisation

Le cerveau reçoit sa vascularisation par deux paires de vaisseaux, les **artères vertébrales** et les **artères carotides internes** (fig. 8.38), qui sont anastomosées dans la cavité crânienne pour former le **cercle artériel du cerveau** (de Willis).

Les deux artères vertébrales entrent dans la cavité crânienne par le foramen magnum et forment l'**artère basilaire** juste sous le pont.

Les deux artères carotides internes entrent dans la cavité crânienne par les canaux carotidiens de chaque côté.



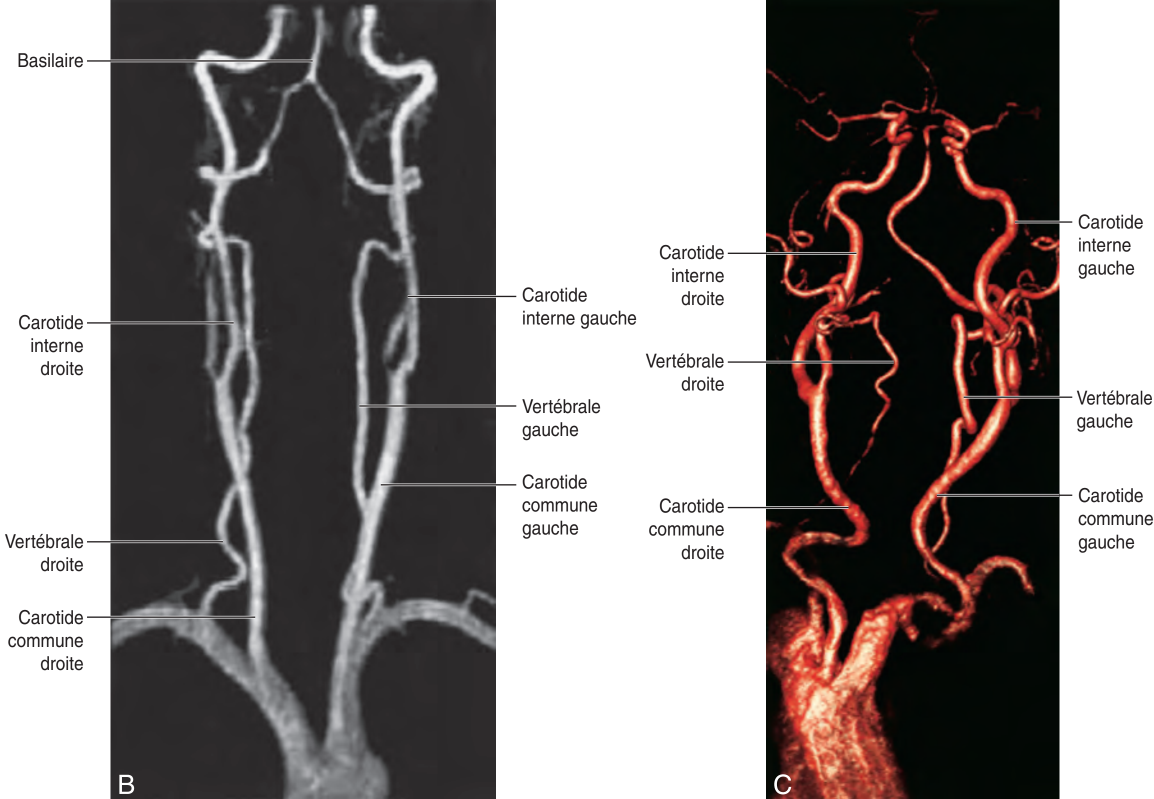


Figure 8.38 Vascularisation artérielle du cerveau. **A.** Diagramme. **B.** Imagerie par résonance magnétique montrant des artères carotides et vertébrales normales. **C.** Examen tomodensitométrique des vaisseaux carotidiens.

Artères vertébrales

Chaque artère vertébrale provient de la première portion de chaque **artère subclavière** (fig. 8.38) dans la partie inférieure du cou, et chemine vers le haut à travers les foramens transversaires des six premières vertèbres cervicales. En entrant dans la cavité crânienne par le foramen magnum, chaque artère vertébrale donne une petite branche méningée.

En poursuivant son trajet vers l'avant, l'artère vertébrale donne naissance à trois branches supplémentaires avant de s'unir à son homologue pour former l'artère basilaire (fig. 8.38 et fig. 8.39) :

- une branche s'unit avec son homologue pour former l'unique **artère spinale antérieure**, qui va descendre dans le sillon antérieur médian de la moelle spinale ;
- une seconde branche, l'**artère spinale postérieure**, passe en arrière autour de la moelle avant de descendre à la surface postérieure de la moelle spinale dans la zone d'entrée des racines postérieures – il y a deux artères spinales postérieures, une de chaque côté (bien que les artères spinales postérieures puissent naître directement des artères vertébrales, elles ont plus communément leur origine sur les artères cérébelleuses inférieures et postérieures) ;
- juste avant leur réunion, chacune des deux artères vertébrales donne naissance à une **artère cérébelleuse postérieure et inférieure**.

L'artère basilaire chemine en direction ventrale à la face antérieure du pont (fig. 8.39). Ses branches en direction inférieure et antérieure sont les **artères cérébelleuses antérieures et inférieures**, plusieurs petites **artères pontines** et les **artères cérébelleuses supérieures**. L'artère basilaire se termine en bifurquant en deux **artères cérébrales postérieures**.

Artères carotides internes

Les deux artères carotides internes constituent chacune l'une des deux branches terminales des carotides communes (fig. 8.38). Elles se dirigent en haut vers la base du crâne où elles entrent dans le canal carotidien.

En entrant dans la cavité crânienne, chaque artère carotide interne donne naissance à l'**artère ophtalmique**, l'**artère communicante postérieure**, l'**artère cérébrale moyenne** et l'**artère cérébrale antérieure** (fig. 8.39).

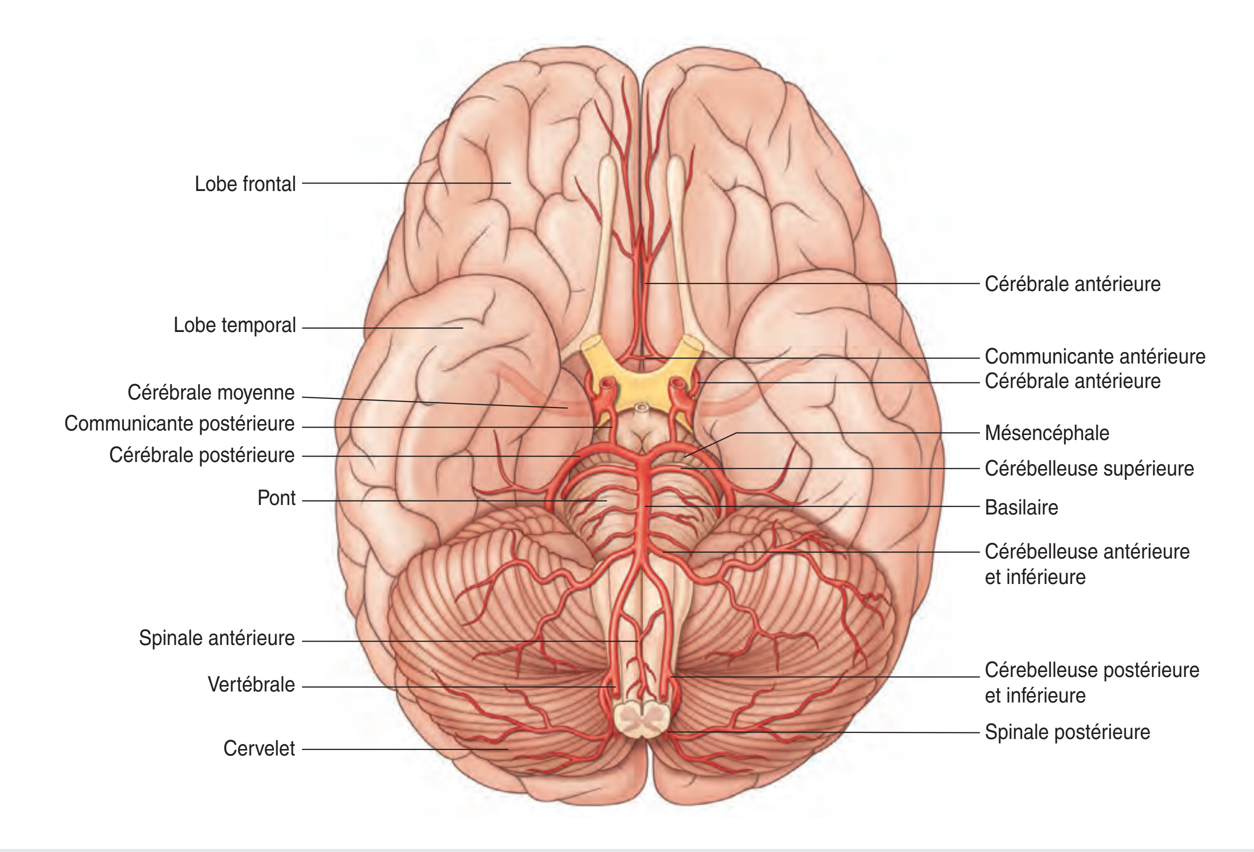


Figure 8.39 Artères de la base du cerveau.

Cercle artériel du cerveau

Le cercle artériel du cerveau (de Willis) est formé à la base du cerveau par les anastomoses entre les systèmes artériel vertébrobasilaire et carotidien interne (fig. 8.38). Ces interconnexions anastomotiques sont formées par :

- une artère communicante antérieure qui met en connexion les artères cérébrales antérieures droite et gauche ;
- deux artères communicantes postérieures, une de chaque côté, qui réunissent l'artère carotide interne et l'artère cérébrale postérieure (fig. 8.38 et fig. 8.39).

En clinique

Attaque cérébrale

Une attaque, ou accident vasculaire cérébral (AVC), est définie par l'interruption du flux sanguin vers le cerveau ou vers le tronc cérébral, qui provoque des troubles nerveux qui persistent plus de 24 heures. Des signes neurologiques régressifs en moins de 24 heures sont considérés comme un accident ischémique transitoire (AIT) ou mini-attaque. En fonction de leurs étiologies, les attaques sont classifiées en ischémiques ou hémorragiques. Les attaques ischémiques sont ensuite séparées selon le mécanisme thrombotique ou embolique. Cette dernière origine est de loin la plus fréquente cause des attaques, et souvent due à la migration d'emboles détachés de plaques d'athérosclérose dans les artères carotides qui viennent se bloquer dans les vaisseaux intracrâniens de plus petit calibre. Les attaques hémorragiques sont provoquées par la rupture de vaisseaux sanguins.

Les facteurs de risque d'attaque sont ceux des pathologies cardiovasculaires, comme le diabète, l'hypertension et le tabagisme. Chez les jeunes patients, les troubles de la coagulation, l'utilisation de contraceptifs oraux et la consommation excessive de substances illicites (comme la cocaïne) sont d'autres étiologies.

Les symptômes et les signes d'une attaque dépendent de la distribution des territoires non perfusés. Les présentations communes associent l'installation rapide d'un déficit moteur ou sensitif d'un hémicorps, de déficits du champ visuel, d'une dysarthrie, d'une ataxie et une altération du niveau de conscience.

Une attaque est une urgence neurologique. Il est indispensable d'établir le diagnostic aussi précocement que possible pour que le traitement urgent et potentiellement de survie soit administré. Des agents thrombolytiques (fluidifiants sanguins) peuvent restaurer le flux sanguin cérébral et améliorer l'évolution du patient lorsqu'ils sont administrés dans les 3 à 4 heures 30 après la survenue des symptômes du patient.

À la suite de l'interrogatoire sur les antécédents du patient et de l'examen neurologique, tous les patients suspects d'accident vasculaire cérébral devraient bénéficier en urgence d'une imagerie par tomodensitométrie (TDM). Cela permet d'identifier les attaques hémorragiques qui contre-indiquent un traitement thrombolytique et d'exclure un autre diagnostic comme un processus malin. Lors d'une attaque ischémique, l'imagerie précoce par TDM peut apparaître normale ou peut montrer une zone relativement plus sombre ou une hypodensité qui traduit une perfusion cérébrale insuffisante. Du fait de l'œdème et de l'augmentation de volume du cerveau, celui-ci perd sa structure normale marquée par les sulcus (fig. 8.40A). Si une thrombolyse est réalisée, une nouvelle TDM est réalisée après 24 heures pour dépister les complications comme une hémorragie intracrânienne.

L'analyse diagnostique complémentaire de l'attaque inclut des dosages hématologiques et biochimiques pour identifier des causes comme l'hypoglycémie ou les troubles de la coagulation. Une analyse toxicologique peut être utile pour identifier une substance toxique, qui peut mimer une attaque.

L'étendue réelle de la lésion neurologique peut être évaluée par l'imagerie en résonance magnétique (IRM) du cerveau, qui a une meilleure résolution que la TDM. L'IRM est aussi utile pour identifier des zones d'hypoperfusion cérébrale qui seraient trop petites pour être détectées sur des coupes en TDM. Les coupes d'IRM sont produites par l'utilisation d'algorithmes qui créent des séries d'images, appelées aussi séquences. Des séquences variées peuvent être obtenues pour évaluer différentes propriétés anatomiques et physiologiques du cerveau. Une attaque, aiguë ou chronique, apparaîtra en hypersignal sur une séquence sensible aux liquides (pondérée en T2) (fig. 8.40B). Pour identifier si une attaque est aiguë, d'autres séquences sont acquises, appelées en DWI (*diffusion-weighted imaging*) (fig. 8.40C), et en cartographie par ADC (*apparent diffusion coefficient*) (fig. 8.40D). Ces techniques mesurent la diffusion des molécules d'eau dans le cerveau. Si la zone pathologique apparaît brillante en hypersignal sur la séquence DWI, cet aspect témoigne d'une diffusion restreinte, qui est compatible avec une attaque aiguë. Ces changements persistent plus d'une semaine après l'accident initial. L'imagerie des artères carotides et vertébrales est aussi réalisée pour rechercher des lésions curables d'athérosclérose et de sténoses. Cela peut être fait par échographie, TDM ou moins souvent par IRM.

La prise en charge d'une attaque est multidisciplinaire. Le traitement réanimatoire initial est une priorité pour stabiliser le patient. Des spécialistes des accidents vasculaires cérébraux, des orthophonistes, des ergothérapeutes et des kinésithérapeutes ont des rôles clés dans la réhabilitation du patient. Un traitement au long cours par médicaments anti-agrégant comme l'aspirine et la correction des troubles cardiovasculaires constituent la prévention secondaire des attaques.

(Suite)



En clinique—Suite

Figure 8.40 Différentes modalités d'imagerie utilisées pour évaluer une attaque (flèches). **A.** Tomodensitométrie. **B.** IRM pondérée en T2. **C.** Image pondérée en diffusion (DWI). **D.** Image en coefficient apparent de diffusion (ADC).

En clinique

Endartériectomie

L'endartériectomie est une procédure chirurgicale destinée à l'ablation des plaques d'athérome d'une artère.

Les plaques d'athérome surviennent dans la couche subendothéliale des vaisseaux et sont constituées de macrophages adipophiles et de débris cholestéroliques. En se développant, la plaque accumule du tissu fibreux et se calcifie. Les plaques se situent surtout au niveau des bifurcations, où elles diminuent le flux sanguin, et peuvent libérer des emboles vers les organes distaux.

Au cours de l'endartériectomie, la plaque est enlevée et le vaisseau est reperméabilisé. Dans de nombreux cas, un patch de biomatériau est suturé sur l'orifice du vaisseau pour améliorer le flux et prévenir la perte de diamètre qui pourrait résulter de la suture de l'artère.

En clinique

Anévrismes intracérébraux

Les anévrismes cérébraux se développent à partir des vaisseaux dans le cercle artériel cérébral (de Willis) et autour. Ils surviennent classiquement sur l'artère communicante antérieure, l'artère communicante postérieure, les branches de l'artère cérébrale moyenne, la terminaison distale de l'artère basilaire (fig. 8.41) et l'artère cérébelleuse postérieure et inférieure.

Lorsque la taille des anévrismes augmente, ils présentent un risque majoré de rupture. Les patients ignorent en règle leur pathologie. Lors de la rupture anévrismale, le patient se plaint de la survenue brutale de céphalées associées à une raideur cervicale et à des vomissements. Chez un certain nombre de patients, la mort survient, mais de nombreux patients vont à l'hôpital où le diagnostic est assuré. L'examen tomodensitométrique initial montre la présence de sang dans l'espace subarachnoïdien, ce qui peut être associé à un saignement intracérébral. La prise en charge comprend ensuite une angiographie cérébrale, qui permet au radiologue de préciser le site, la taille et l'origine de l'anévrisme.

Habituellement, les patients sont opérés pour la réalisation complexe d'une ligature du collet de l'anévrisme. Plus récemment, la radiologie interventionnelle a permis le traitement de certains anévrismes dans des sites spécifiques. Cette technique nécessite la cannulation de l'artère fémorale et la montée d'un long cathéter dans l'aorte, puis dans le réseau carotidien et dans le réseau cérébral. L'extrémité du cathéter est placée dans l'anévrisme et est chargée de « microcoils » de taille réduite (fig. 8.42) qui vont colmater la rupture.

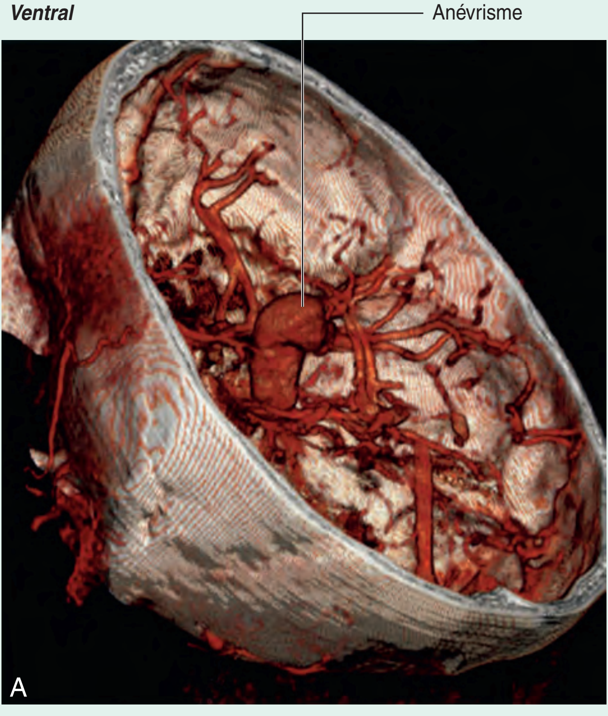


Figure 8.41 Anévrisme basilaire. **A.** Reconstruction tridimensionnelle par tomodensitométrie crânienne. **B.** Vue agrandie de l'anévrisme.

(Suite)



En clinique—Suite

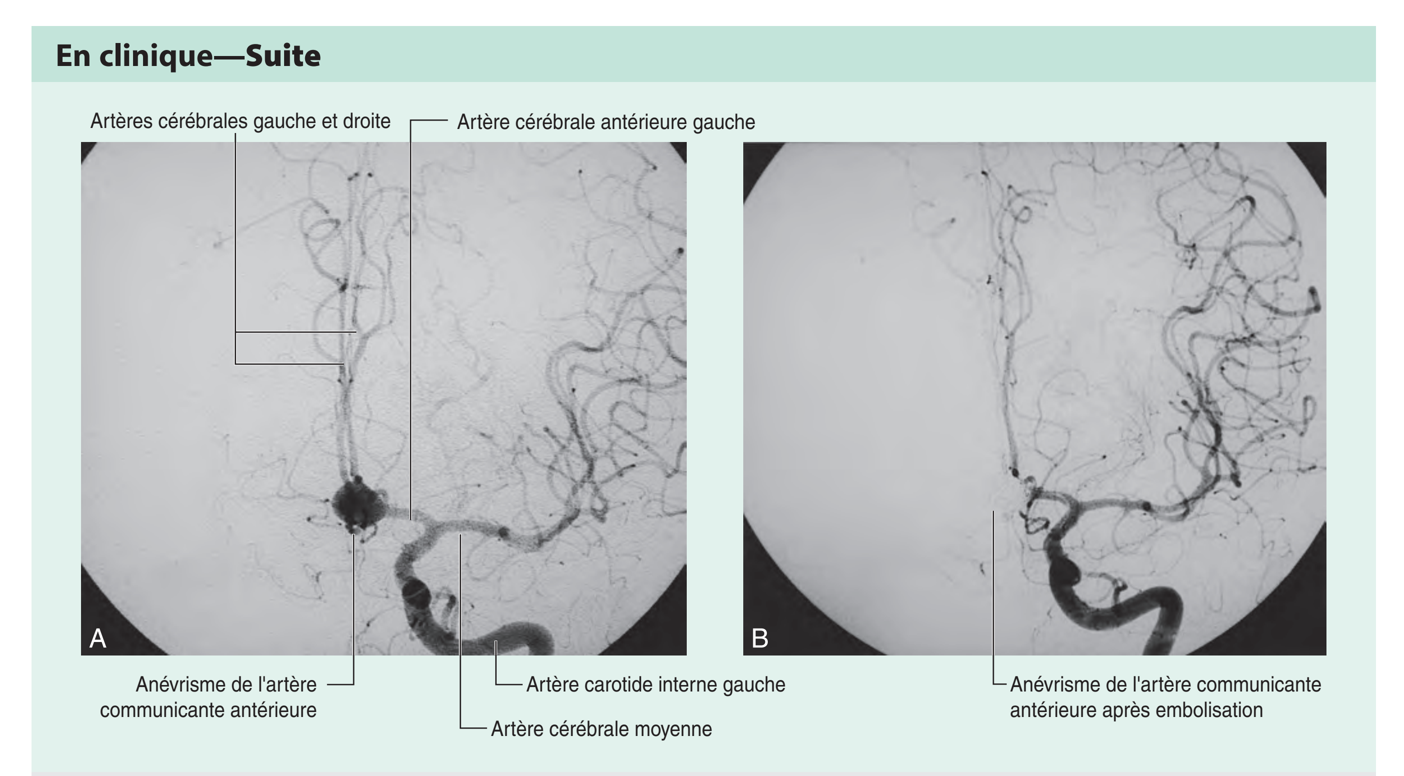


Figure 8.42 Anévrisme de l'artère communicante antérieure. Artériographie de l'artère carotide gauche avant (**A**) et après embolisation (**B**).

Drainage veineux

Le drainage veineux du cerveau commence en profondeur par de petites veines qui rejoignent des veines cérébrales plus importantes, les veines cérébelleuses, et des veines qui drainent le système nerveux central, en s'abouchant dans les **sinus veineux dure-mériens**. Les sinus veineux dure-mériens sont des espaces recouverts d'endothélium situés entre le périoste et les couches méningées internes de la dure-mère, et peuvent gagner les **veines jugulaires internes**.

Les **veines diploïques** viennent aussi rejoindre les sinus duraux après avoir cheminé entre les deux lames d'os compact interne et externe de la voûte crânienne, ainsi que des **veines émissaires** qui proviennent de la surface exocrânienne et rejoignent les sinus veineux dure-mériens (fig. 8.43).

Les veines émissaires sont importantes en clinique, car elles peuvent contribuer à la propagation d'une infection vers la cavité crânienne du fait de l'absence de valvules.

Sinus veineux dure-mériens

Les sinus veineux dure-mériens comprennent les sinus sagittal supérieur, sagittal inférieur, droit, transverse, sigmoïde et occipital, la confluence des sinus, et les sinus caverneux, sphénopariétal, pétreux supérieur, pétreux inférieur et basilaire (fig. 8.44, tableau 8.3).

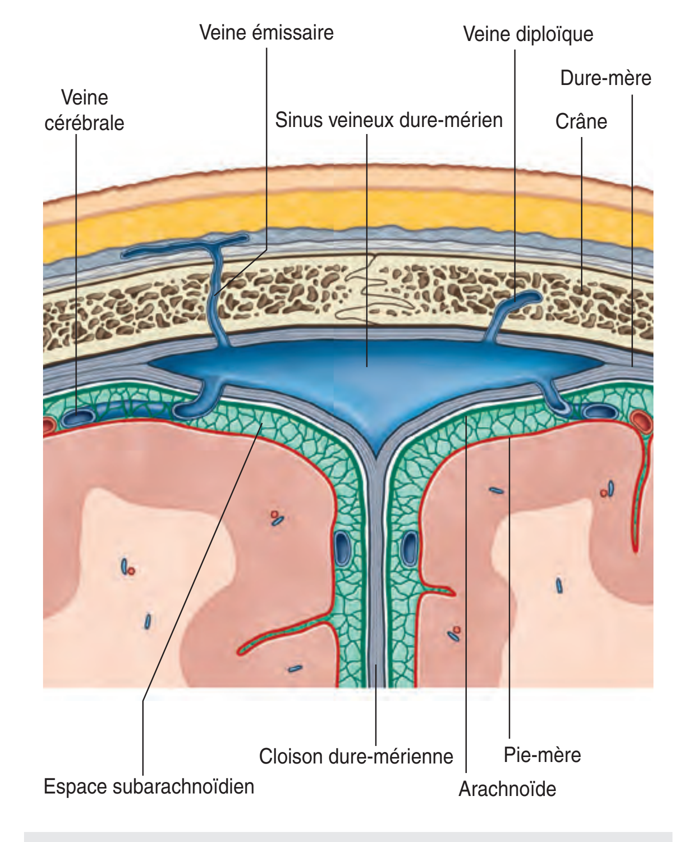


Figure 8.43 Sinus veineux dure-mériens.

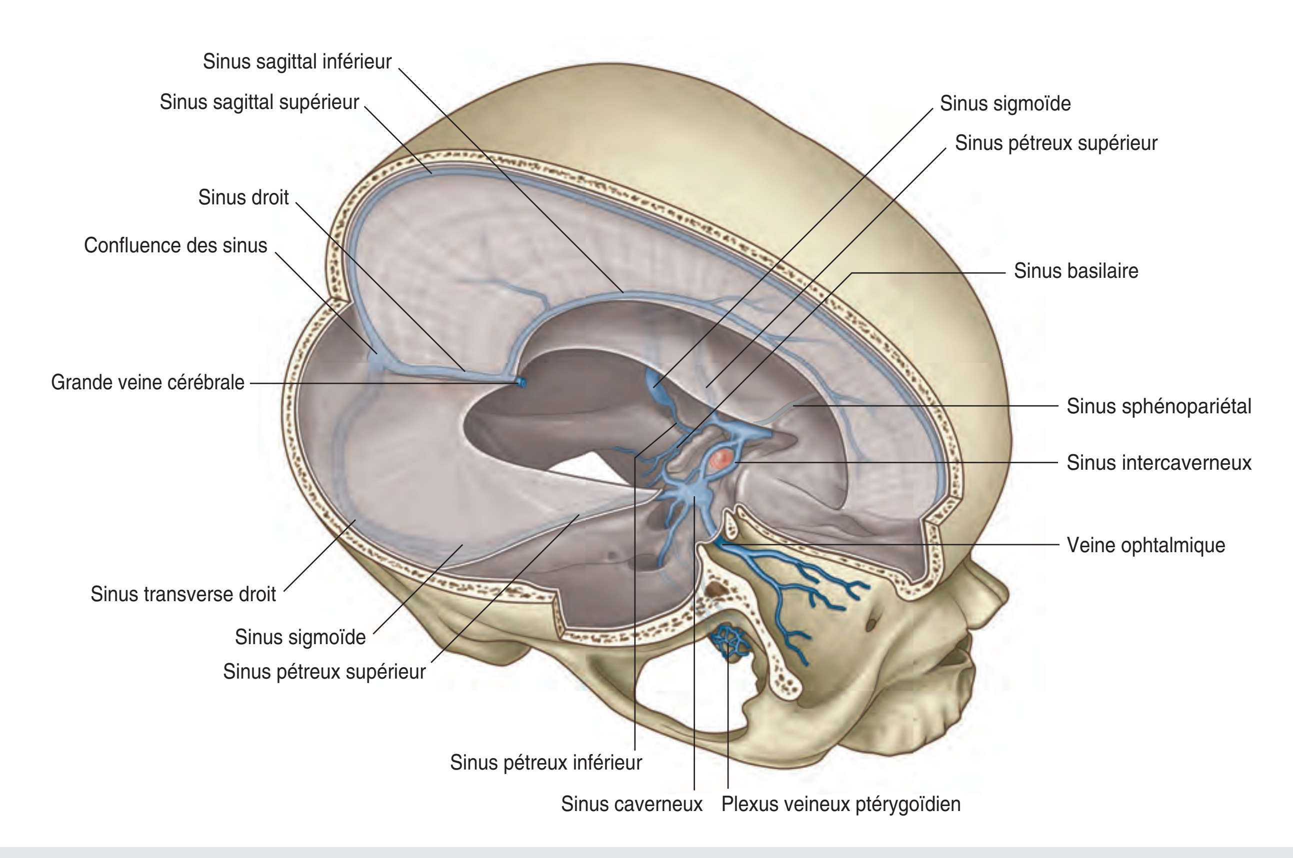


Figure 8.44 Veines, méninges et sinus veineux duraux.

Tableau 8.3 Sinus veineux dure-mériens.

Sinus dural	Localisation	Afférences
Sagittal supérieur	Bord supérieur de la faux du cerveau	Veines cérébrale supérieure, diploïques, veines émissaires et LCS
Sagittal inférieur	Bord inférieur de la faux du cerveau	Quelques veines cérébrales et des veines de la faux du cerveau
Sinus droit	Jonction de la faux du cerveau et de la tente du cervelet	Sinus sagittal inférieur, grande veine cérébrale, veines cérébrales postérieures, veines cérébelleuses supérieures et veines de la faux du cerveau
Occipital	Dans la faux du cerveau au contact de l'os occipital	Communication en bas avec les veines du plexus vertébral
Confluence des sinus	Espace dilaté en regard de la protubérance occipitale interne	Sinus sagittal supérieur, droit et occipital
Transverse (droit et gauche)	Expansions horizontales de la confluence des sinus le long des insertions postérieure et latérale de la tente du cervelet	Drainage de la confluence des sinus (droit – transverse et habituellement sagittal supérieur ; gauche – transverse et habituellement droit) ; également sinus pétreux supérieur, et veines cérébrale inférieure, cérébelleuses, diploïques et émissaires
Sigmoïde (droit et gauche)	En continuité des sinus transverses vers la veine jugulaire interne ; sillon des os pariétal, temporal et occipital	Sinus transverses, et veines cérébrales, cérébelleuses, diploïques et émissaires
Caverneux (pair)	Face latérale du corps du sphénoïde	Veines cérébrales et ophtalmiques, sinus sphénopariétaux, veines émissaires provenant des plexus ptérygoïdien et sphénopariétal
Intercaverneux	Traversent la selle turcique	Mettent en communication les sinus caverneux
Sphénopariétal (pair)	Surface inférieure des petites ailes du sphénoïde	Veines diploïques et méningées
Pétreux supérieur (pair)	Bord supérieur de la portion pétreuse de l'os temporal	Sinus caverneux, et veines cérébrales et cérébelleuses
Pétreux inférieur (pair)	Sillon entre la portion pétreuse de l'os temporal et de l'os occipital, se terminant dans la veine jugulaire interne	Sinus caverneux, veines cérébelleuses, veines de l'oreille interne et du tronc cérébral
Basilaire	Clivus, juste en arrière de la selle turcique du sphénoïde	Met en connexion les sinus pétreux inférieurs des deux côtés et communique avec les veines des plexus vertébraux

Sinus sagittal supérieur

Le sinus sagittal supérieur est situé dans la partie supérieure de la faux du cerveau (fig. 8.44). Il commence en avant au niveau du foramen cæcum, où il reçoit une petite veine émissaire de la cavité nasale, et se termine en arrière à la confluence des sinus, habituellement en s'incurvant vers la droite pour s'ouvrir dans le sinus transverse droit.

Le sinus sagittal supérieur reçoit en règle les veines de la surface supérieure des hémisphères cérébraux, les veines diploïques et émissaires, et des veines de la faux du cerveau. Le sinus sagittal supérieur communique avec les extensions latérales des sinus (lacunes latérales) qui contiennent de nombreuses granulations arachnoïdiennes).

Sinus sagittal inférieur et droit

Le sinus sagittal inférieur est situé dans le bord inférieur de la faux du cerveau (fig. 8.44). Il reçoit quelques veines cérébrales et des veines de la faux du cerveau, et se termine en arrière au bord antérieur de la tente du cervelet, où il est rejoint par la grande veine cérébrale pour former avec elle le sinus droit (fig. 8.44).

Le sinus droit continue en arrière le long de la jonction entre la faux du cerveau et la tente du cervelet, et se termine à la confluence des sinus, habituellement en s'incurvant vers la gauche pour s'ouvrir dans le sinus transverse gauche.

Le sinus droit reçoit en règle le sang du sinus sagittal inférieur, des veines cérébrales de la partie postérieure des hémisphères, de la grande veine cérébrale qui draine les aires profondes des hémisphères cérébraux, des veines cérébelleuses supérieures, et des veines de la faux du cerveau.

Confluence des sinus, sinus transverse et sigmoïde

Les sinus sagittal supérieur et droit, et le sinus occipital (dans la faux du cervelet) s'abouchent dans la confluence des sinus, qui est une zone dilatée en regard de la protubérance occipitale interne (fig. 8.44) et est drainée par les sinus transverses droit et gauche.

Les sinus transverses s'étendent en direction horizontale à partir de la confluence des sinus où la tente du cervelet rejoint les parois latérales et postérieure de la cavité crânienne.

Le sinus transverse droit reçoit habituellement le sang du sinus sagittal supérieur, et le sinus transverse gauche reçoit en règle le sang du sinus droit.

Le sinus transverse reçoit aussi le sang du sinus pétreux supérieur, des veines des parties inférieures des hémisphères cérébraux et du cervelet, des veines diploïques et émissaires.

En quittant la surface de l'os occipital, les sinus transverses deviennent sinus sigmoïdes (fig. 8.44), qui s'incurvent vers le bas, marquant un sillon sur les os pariétaux, temporaux et occipital, avant de se terminer à l'origine des veines jugulaires. Les sinus sigmoïdes reçoivent aussi le sang des veines cérébrales, cérébelleuses, diploïques et émissaires.

Sinus caverneux

Les sinus caverneux, pairs, sont situés contre les faces latérales du corps de l'os sphénoïde, de chaque côté de la selle turcique (fig. 8.45 et fig. 8.46). Ils sont d'une grande importance clinique du fait de leurs connexions et des structures qui les traversent.

Les sinus caverneux reçoivent le sang non seulement des veines cérébrales, mais aussi des veines ophtalmiques (de l'orbite) et des veines émissaires (issues du plexus veineux ptérygoïdien dans la fosse infratemporale). Ces connexions constituent des passages pour des infections qui peuvent passer de sites extracrâniens à des localisations intracrâniennes. De plus, du fait de leur passage à travers les sinus caverneux et de leur localisation dans les parois de ces sinus, certaines structures sont vulnérables vis-à-vis des lésions dues à une inflammation.

Les structures qui passent à travers chaque sinus caverneux sont :

- l'artère carotide interne ;
- le nerf abducens (VI).

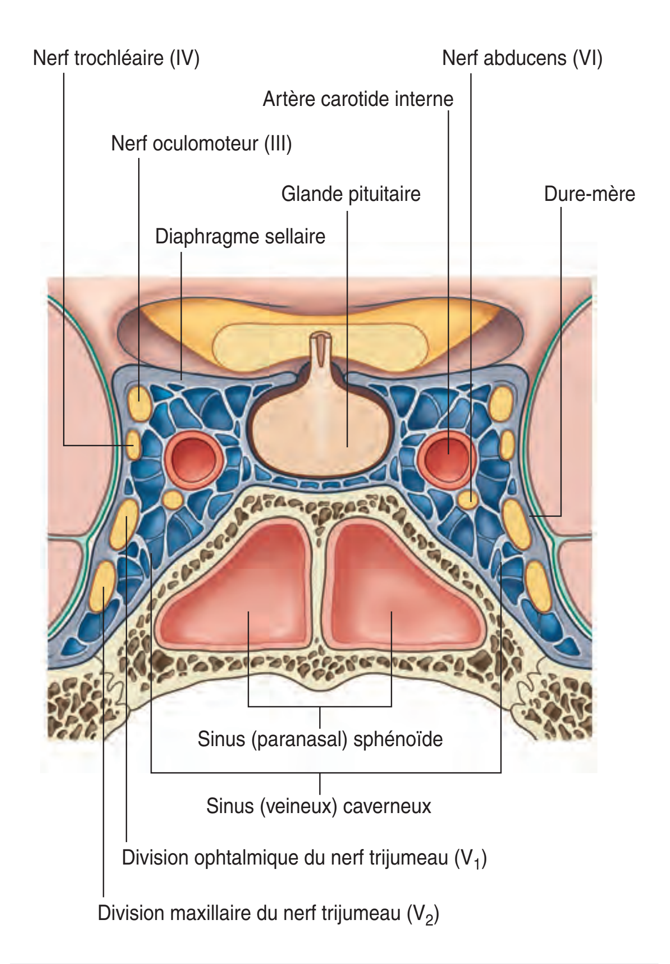


Figure 8.45 Sinus caverneux.

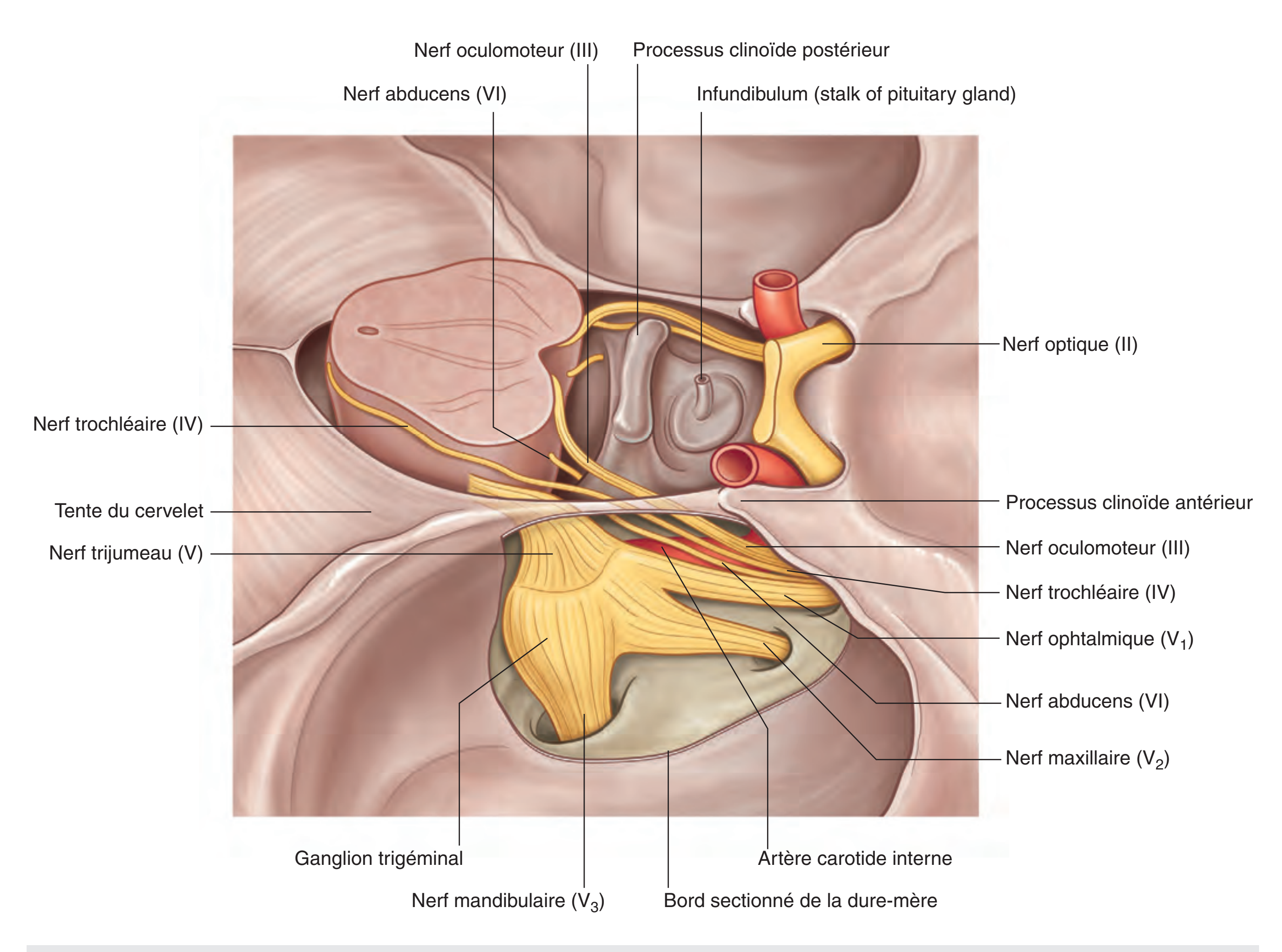


Figure 8.46 Vue latérale du sinus caverneux après résection de la couche méningée de la dure-mère pour montrer le contenu.

Les structures situées dans la paroi latérale de chaque sinus caverneux sont, de haut en bas :

- le nerf oculomoteur (III) ;
- le nerf trochléaire (IV) ;
- le nerf ophtalmique (V_1) ;
- le nerf maxillaire (V_2).

Les sinus intercaverneux mettent en communication les sinus caverneux droit et gauche sur les faces antérieure et postérieure de la tige pituitaire (fig. 8.44).

Les sinus sphénopariétaux se drainent dans les terminaisons antérieures de chaque sinus caverneux. Ces petits sinus sont situés le long de la surface inférieure des petites ailes du sphénoïde et reçoivent le sang des veines diploïques et méningées.

Sinus pétreux supérieurs et inférieurs

Les sinus pétreux supérieurs drainent les sinus caverneux dans les sinus transverses. Chaque sinus pétreux supérieur commence à la partie postérieure du sinus caverneux, se dirige en arrière et en dehors le long du bord supérieur de la portion pétreuse de chaque os temporal, et s'abouche dans le sinus transverse (fig. 8.44). Les sinus pétreux supérieurs reçoivent aussi des veines cérébrales et cérébelleuses.

Les sinus pétreux inférieurs commencent aussi à la partie postérieure des sinus caverneux. Ces sinus bilatéraux passent en arrière et en bas dans un sillon entre la portion pétreuse de l'os temporal et la partie basale de l'os occipital, et se terminent dans les veines jugulaires internes. Ils participent au drainage des sinus caverneux, et reçoivent aussi du sang des veines cérébelleuses, et des veines de l'oreille interne et du tronc cérébral.

Les sinus basilaires mettent en communication les sinus pétreux inférieurs l'un avec l'autre et avec les plexus des veines vertébrales. Ils sont situés sur le clivus, juste en arrière de la selle turcique de l'os sphénoïde (fig. 8.44).

En clinique

Scalp et méninges

Résumé des rapports et de la corrélation clinique du scalp et des méninges (fig. 8.47).

Unis entre eux en une unité structurelle
Tissu conjonctif : contient les principaux vaisseaux et nerfs du scalp
Aponévrose
Peau
Pédicule vasculonerveux
Veine diploïque
Sinus sagittal supérieur
Veine émissaire : peut propager une infection du scalp vers la cavité crânienne
3
Hématome sous-dural
1
Périoste
Hématome extra-dural
Fracture
2
Diploë
Table externe
Table interne
Os
III
IV
V1
VI
V2
Arachnoïde
Espace subarachnoïdien
Pie-mère
Artère cérébrale antérieure
Sinus caverneux
Tractus optiques
Artère carotide interne
4
Couche périostée
Couche méningée
Dure-mère

1. Tissu conjonctif lâche (zone dangereuse)
   - Dans les lésions d'avulsion du scalp, la séparation survient à ce niveau.
   - Une infection peut facilement s'étendre dans cette couche.
   - Un traumatisme appuyé peut provoquer une hémorragie dans cette couche (le sang peut diffuser en avant dans la face, et ceci provoque « les yeux noirs »)
2. La rupture de l'artère méningée moyenne (ou de ses branches) par une fracture de la table interne de l'os conduit à un hématome extradural. Sous pression, le sang sépare progressivement la dure-mère de l'os.
3. Une déchirure de veine cérébrale au point de traverse de la dure-mère pour entrer dans un sinus veineux crânien peut conduire à un hématome sous-dural. La déchirure sépare une fine couche de la méninge dure-mérienne de l'autre couche qui reste attachée au périoste. En conséquence, l'hématome est couvert par une membrane limitante interne dérivée d'une partie de la méninge dure-mérienne.
4. Anévrysme
   - Les anévrysmes rompus des vaisseaux du cercle artériel cérébral saignent directement dans l'espace subarachnoïdien et le liquide cérébrospinal.

Figure 8.47 Scalp et méninges.

En clinique

Traumatisme crânien

Le traumatisme crânien est une lésion fréquente et une cause importante de morbidité et de mortalité. Le traumatisme crânien peut survenir isolément, mais s'associe souvent à d'autres lésions ; il doit toujours être suspecté dans les cas de traumatismes multiples. Parmi les patients présentant des traumatismes multiples, 50 % décèdent du fait du traumatisme crânien.

Au moment du traumatisme crânien initial, deux processus sont intriqués :

- le traumatisme cérébral primaire peut provoquer des lésions axonales et cellulaires, conséquences des forces de cisaillement par décélération appliquées à l'encéphale. Ces lésions sont en règle non réparables. Les lésions primaires du cerveau peuvent aussi comprendre des hémorragies et des plaies pénétrantes, qui peuvent détruire directement les substances grise et blanche ;
- les lésions secondaires sont les séquelles du traumatisme initial. Elles comprennent les plaies du scalp, les fractures de la voûte crânienne, les ruptures des artères et des veines intracérébrales, l'œdème intracérébral et l'infection. Dans la plupart des cas, le traitement est possible lorsque le diagnostic est précoce. La rapidité et l'efficacité du traitement amélioreront la récupération du patient ainsi que le pronostic.

En clinique

Types d'hémorragie intracrânienne

Hémorragie cérébrale primitive

Les nombreuses causes d'hémorragie cérébrale comprennent la rupture d'anévrisme, l'hypertension (hématome intracérébral secondaire à une pression artérielle élevée), et le saignement après infarctus cérébral.

Hémorragie extradurale

Un hématome extradural (fig. 8.48) est provoqué par une lésion artérielle provenant de l'arrachement d'une branche de l'artère méningée moyenne, typiquement dans la région du ptérion. Le sang se collecte entre la couche périostée de la dure-mère et la calvaria, et s'étend lentement sous l'effet de la pression artérielle.

L'histoire typique débute par un choc sur la tête (souvent au cours d'une activité sportive) qui produit un trouble mineur de la conscience. À la suite du traumatisme, le patient retrouve habituellement un bon état de conscience, et connaît quelques heures de lucidité. Par la suite, une altération rapide des activités supérieures et un coma peuvent survenir, pouvant conduire au décès.



Figure 8.48 Hématome extradural. Coupe TDM axiale du cerveau

(Suite)



En clinique—Suite

Hématome sous-dural

Un hématome sous-dural (fig. 8.49) résulte du saignement veineux, le plus souvent à partir de veines cérébrales rompues à leur point d'entrée dans le sinus sagittal supérieur. La déchirure et le saignement qui en résultent séparent la fine couche de cellules bordantes de la dure-mère au fur et à mesure du développement de l'hématome.

Les patients qui ont le plus grand risque de développer un hématome sous-dural sont les jeunes et les personnes âgées. L'augmentation de l'espace cérébrospinal chez les patients qui ont une atrophie cérébrale conduit à l'application de contraintes augmentées sur les veines qui entrent dans le sinus sagittal. L'histoire clinique met en cause habituellement un traumatisme anodin suivi d'une perte de conscience insidieuse ou d'une altération de la personnalité.

Hémorragie subarachnoïdienne

Une hémorragie subarachnoïdienne (fig. 8.50) peut survenir chez des patients victimes d'un traumatisme crânien sévère, mais résulte typiquement d'une rupture d'anévrisme intracérébral sur une artère afférente ou autour du cercle artériel de Willis.

Ventricules latéraux refoulés

Hématome sous-dural

Figure 8.49 Hématome sous-dural chronique (faible densité). Coupe tomodensitométrique axiale du cerveau.



Figure 8.50 Hémorragie subarachnoïdienne. Coupe TDM axiale.

En clinique

Tuberculose du système nerveux central

La tuberculose (TB) peut atteindre le système nerveux central, incluant le cerveau, la moelle spinale et les méninges (fig. 8.51). Les symptômes de la tuberculose cérébrale comprennent les céphalées, la raideur cervicale, l'amaigrissement et la fièvre. Les symptômes de la tuberculose médullaire associent la faiblesse des membres inférieurs et l'incontinence fécale et urinaire. La méningite peut provoquer l'altération de l'état mental, la fièvre, et des convulsions. Le traitement nécessite habituellement une association de médicaments pendant 1 an, mais le traitement de la tuberculose cérébrale requiert 2 ans.

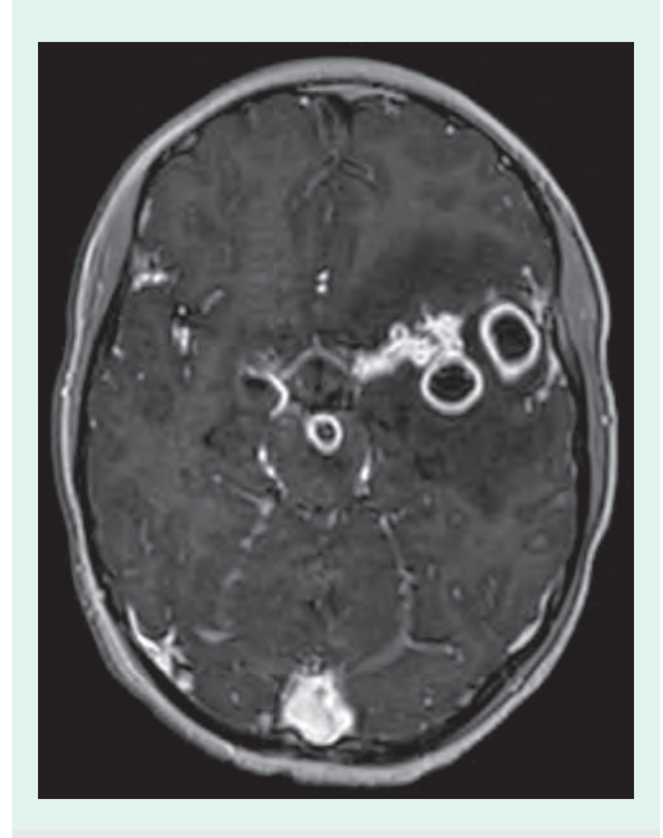


Figure 8.51 IRM du cerveau montrant le rehaussement de signal périphérique des lésions tuberculeuses dans le lobe temporal gauche et le pédoncule cérébral.

En clinique

Veines émissaires

Les veines émissaires établissent une connexion entre les veines extracrâniennes et les veines intracrâniennes, et sont cliniquement importantes car elles peuvent livrer passage à des infections susceptibles de pénétrer ainsi dans la cavité crânienne. Les veines émissaires ne possèdent pas de valvules, comme la majorité des veines de la tête et du cou.

En clinique

Commotion cérébrale

La commotion cérébrale (lésion traumatique cérébrale légère) est la plus fréquente des lésions traumatiques du cerveau. La lésion résulte typiquement d'une décélération rapide de la tête ou d'une rotation du cerveau dans la cavité crânienne. Les symptômes généraux de la commotion cérébrale peuvent associer l'amnésie post-traumatique, la confusion, la perte de connaissance, des céphalées, des vertiges, des vomissements, une altération de la coordination motrice et un déficit de sensibilité. Le diagnostic de commotion cérébrale est fondé sur les circonstances traumatiques, l'état neurologique présent et l'état de conscience du patient.

En clinique

Évaluation clinique des patients porteurs d'un traumatisme crânien

L'examen des patients après traumatisme crânien apparaît toujours relativement simple. En réalité, le cas est loin d'être simple.

Les patients peuvent être victimes de traumatismes variés, depuis la simple chute jusqu'au traumatisme complexe multiple. L'âge des patients et la possibilité de décrire les circonstances traumatiques sont des éléments importants.

Les circonstances de survenue du traumatisme doivent être bien précisées, car certains traumatismes crâniens peuvent résulter d'agressions violentes, et le praticien peut être requis pour témoigner devant une cour de justice.

La détermination de la gravité du traumatisme crânien peut être difficile car certaines lésions sont associées à une intoxication alcoolique ou en sont la conséquence.

Même si le diagnostic a été fait et si les mesures correctes de la prise en charge ont été entreprises, les circonstances de survenue de l'accident et l'environnement dans lequel le patient va retourner après le traitement doivent être analysés pour prévenir des accidents ultérieurs (par exemple, personne âgée se prenant les pieds dans le tapis mal fixé d'un escalier).

Un examen clinique soigneux inclut tous les appareils, mais avec une attention spéciale portée sur les systèmes nerveux périphérique et central. Le niveau de conscience doit être bien évalué et chiffré selon le score de Glasgow, qui permet au clinicien d'attribuer une valeur numérique à un état de conscience, de manière à pouvoir mesurer toute amélioration ou détérioration.

Échelle de coma de Glasgow

L'échelle de coma de Glasgow a été proposée en 1974 et est à présent largement acceptée à travers le monde. Le total possible est de 15/15, et indique qu'un patient est totalement conscient et parfaitement orienté, alors que 3/15 indique un coma sévère profond. L'échelle des points correspond au maximum à la meilleure réponse motrice (total de 6 points), la meilleure réponse verbale (total de 5 points) et la meilleure réponse oculomotrice (total de 4 points).



En clinique

Traitement des traumatismes crâniens

Le traitement d'un traumatisme crânien primaire est extrêmement limité. La rupture axonale et la mort cellulaire sont en général irréversibles. Lorsque le cerveau est blessé, comme pour la plupart des tissus, il présente un œdème. Le cerveau étant contenu dans un espace inextensible (le crâne), l'augmentation de volume altère la fonction cérébrale et provoque deux effets importants :

- premièrement, l'œdème comprimant les vaisseaux dans le crâne, provoque une augmentation dramatique physiologique de la pression sanguine ;
- deuxièmement, l'œdème cérébral peut être diffus et comprimer le cerveau et le tronc cérébral provocant l'engagement à travers le foramen magnum. Cette compression et la lésion du tronc cérébral peuvent provoquer l'arrêt de la fonction basale cardiorespiratoire, et entraîner la mort. L'œdème cérébral local peut provoquer une hernie d'un côté du cerveau au contact de la faux du cerveau (**hernie de la faux**).

Des mesures simples de prévention de l'œdème cérébral associent l'hyperventilation (qui modifie la balance acidobasique et diminue l'œdème) et l'administration intraveineuse de corticoïdes (bien que l'effet soit souvent retardé).

Les hématomes extracérébraux peuvent être évacués chirurgicalement.

L'évolution des patients après traumatisme crânien dépend de la prise en charge des lésions secondaires. Même après un traumatisme initial sévère, les patients peuvent retrouver une vie normale.

En clinique

Augmentation de la pression intracrânienne et engagement cérébral

Le crâne est un compartiment osseux fermé et le cerveau et le liquide cérébrospinal sont maintenus physiologiquement dans une étroite plage de pression intracrânienne. Toute nouvelle lésion occupant l'espace, comme un hématome, une blessure entraînant un gonflement du cerveau ou une tumeur cérébrale, peut augmenter la pression intracrânienne et comprimer le cerveau. Dans les cas graves, le cerveau peut être engagé dans le foramen magnum, lui donnant une forme de cône, appelée hernie cérébrale (*coning*). Cela peut à son tour comprimer le tronc cérébral et la moelle spinale cervicale supérieure, ce qui peut être fatal.

La hernie congénitale ou l'engagement des tonsilles cérébelleuses à travers le foramen magum peut aussi survenir si la fosse postérieure est trop petite, une atteinte appelée malformation de Chiari I (fig. 8.52). Cela n'entraîne pas de problèmes chez l'enfant et peut devenir seulement symptomatique à l'âge adulte.

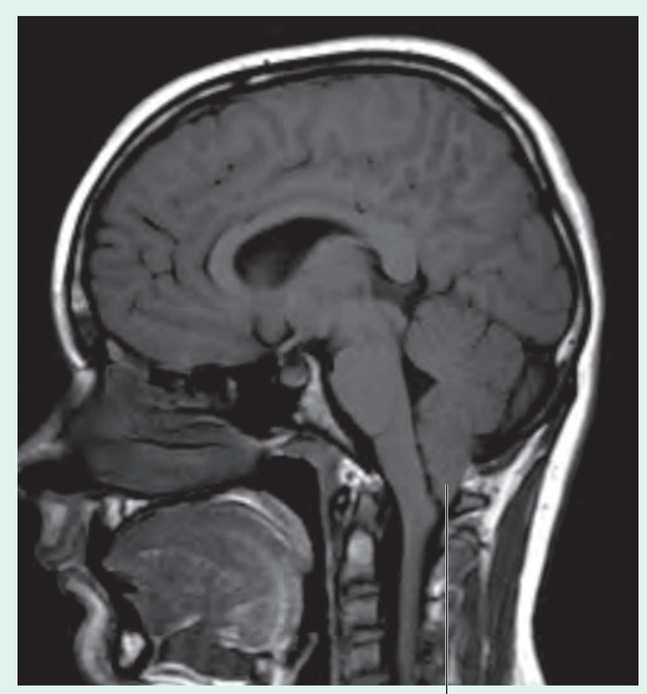


Figure 8.52 IRM du cerveau révélant une malformation de Chiari I avec hernie des tonsilles cérébelleuses à travers le foramen magnum, déterminant une forme de cône.

NERFS CRÂNIENS

Les 12 paires de nerfs crâniens appartiennent au système nerveux périphérique et passent par des foramens ou des fissures de la cavité crânienne. Tous les nerfs sauf un, le nerf accessoire (XI), proviennent du cerveau ou du tronc cérébral.

Au-delà des constituants somatiques et viscéraux semblables à ceux des nerfs spinaux, certains nerfs crâniens contiennent aussi des éléments sensoriels et moteurs spéciaux (tableaux 8.4 et tableaux 8.5).

Les éléments sensoriels spéciaux sont associés à l'audition, à la vision, à l'olfaction, à l'équilibre et au goût.

Les éléments moteurs spéciaux comprennent ceux qui innervent les muscles squelettiques qui dérivent embryologiquement des arcs branchiaux mais non des somites.

En embryologie humaine, six arcs branchiaux sont individualisés, mais le cinquième arc branchial ne se développe jamais. Chacun des arcs branchiaux qui se développe est associé au développement d'un nerf crânien ou de l'un de ses rameaux.

Tableau 8.4 Éléments fonctionnels des nerfs crâniens.

Composant fonctionnel	Abréviation	Fonction globale	Nerfs crâniens contenant l'élément fonctionnel
Afférent somatique général	ASG	Perception du contact, de la douleur, de la température	Nerf trijumeau (V) ; nerf facial (VII) ; nerf glossopharyngien (IX) ; nerf vague (X)
Afférent viscéral général	AVG	Fibres sensitives des viscères	Nerf glossopharyngien (IX) ; nerf vague (X)
Afférent spécial*	AS	Odorat, goût, vision, audition et équilibration	Nerf olfactif (I) ; nerf optique (II) ; nerf facial (VII) ; nerf vestibulocochléaire (VIII) ; nerf glossopharyngien (IX) ; nerf vague (X)
Efférent somatique	ESG	Innervation motrice (volontaire) des muscles squelettiques	Nerf oculomoteur (III) ; nerf trochléaire (IV) ; nerf abducens (VI) ; nerf hypoglosse (XII)
Efférent viscéral	EVG	Innervation motrice des muscles lisses, du myocarde et des glandes	Nerf oculomoteur (III) ; nerf facial (VII) ; nerf glossopharyngien (IX) ; nerf vague (X)
Efférents branchiaux**	EB	Innervation motrice des muscles squelettiques dérivés des arcs branchiaux mésodermiques	Nerf trijumeau (V) ; nerf facial (VII) ; nerf glossopharyngien (IX) ; nerf vague (X) ; nerf accessoire (XI) (voir Diogo R et al. *Nature* 2015 ; 520 : 466–473)

Autre terminologie utilisée pour la description des éléments fonctionnels :
*afférent sensoriel spécial ou afférent viscéral spécifique (AVS) : olfaction, goût ; afférent somatique spécifique (ASS) : vision, audition, équilibre.
**efférent viscéral spécial (EVS) ou nerf moteur branchial.

Tableau 8.5 Nerfs crâniens*.

Nerf	COMPOSANTS		Sortie du crâne	Fonction
	Afférent	**Efférent**		
Nerf olfactif (I)	AS		Lame criblée de l'os ethmoïde	Olfaction
Nerf optique (II)	AS		Canal optique	Vision
Nerf oculomoteur (III)		ESG, EVG	Fissure orbitaire supérieure	ESG – innerve les muscles élévateur de la paupière supérieure, droit supérieur, droit inférieur, droit médial et oblique inférieur EVG – innerve le sphincter de la pupille pour la constriction pupillaire ; les muscles ciliaires pour l'accommodation du cristallin pour la vision de près
Nerf trochléaire (IV)		ESG	Fissure orbitaire supérieure	Innerve le muscle oblique supérieur
Nerf trijumeau (V)	ASG	EB	Fissure orbitaire supérieure – nerf ophtalmique (V_1) Foramen rond – nerf maxillaire (V_2) Foramen ovale – nerf mandibulaire (V_3)	ASG – sensitif par le rameau ophtalmique (V_1) – yeux, conjonctives, contenu orbitaire, cavité nasale, sinus frontal, cellules ethmoïdales, paupière supérieure, arête du nez, partie antérieure du scalp ; nerf maxillaire (V_2) – dure-mère des fosses crâniennes antérieure et moyenne, nasopharynx, palais, cavité nasale, dents supérieures, sinus maxillaire, peau de la face latérale du nez, paupière inférieure, joue, lèvre supérieure ; nerf mandibulaire (V_3) – peau de la partie inférieure de la face, joue, lèvre inférieure, partie antérieure de l'auricule, méat acoustique externe, fosse temporale, deux tiers antérieurs de la langue, dents inférieures, cellules mastoïdiennes aériques, muqueuses de la joue, mandibule, dure-mère de la fosse crânienne moyenne EB – innerve les muscles temporaux, masséter, ptérygoïdiens médial et latéral, tenseur du tympan, tenseur du voile du palais, ventre antérieur du digastrique et mylohyoïdien

(suite)



Tableau 8.5 Suite.

Nerf	COMPOSANTS		Sortie du crâne	Fonction
	Afférent	**Efférent**		
Nerf facial (VII)	ASG, AS	EVG, EB	Foramen stylomastoïdien (le nerf quitte la cavité crânienne à travers le méat acoustique interne et donne naissance à des rameaux dans le canal facial de l'os temporal avant de sortir par le foramen stylomastoïdien ; ces rameaux quittent le crâne par d'autres fissures et canaux)	ASG – sensitif pour une partie du méat acoustique externe, et les parties les plus profondes de l'auricule AS – goût dans les deux tiers antérieurs de la langue EVG – innerve la glande lacrymale, les glandes salivaires sous-maxillaires et sublinguales, la muqueuse de la cavité nasale, le palais dur et le palais mou EB – innerve les muscles de la face (muscle de la mimique) et du scalp dérivés du second arc branchial, et les muscles stapédien, ventre postérieur du digastrique et stylohyoïdien
Nerf vestibulocochléaire (VIII)	AS	AS	(Le nerf quitte la cavité crânienne à travers le méat acoustique interne)	Division vestibulaire – équilibre Division cochléaire – audition
Nerf glossopharyngien (IX)*	AVG, AS ASG	EVG, EB	Foramen jugulaire	AVG – sensibilité de la carotide et du sinus ASG – tiers postérieur de la langue, amygdales palatines, oropharynx, pharynx supérieur, et muqueuse de l'oreille moyenne et du conduit pharyngotympanique et cellules aériques mastoïdiennes AS – goût dans le tiers postérieur de la langue EVG – innerve la glande parotide EB – innerve le muscle stylopharyngien
Nerf vague (X)**	ASG, AVG, AS	EVG, EB	Foramen jugulaire	ASG – sensibilité du larynx, du laryngopharynx, des parties profondes de l'auricule, d'une partie du méat acoustique externe et de la dure-mère de la fosse crânienne postérieure AVG – sensibilité des chémorécepteurs du tronc de l'aorte et des barorécepteurs de l'arc aortique, du larynx, de l'œsophage, des bronches, des poumons, du cœur et des viscères abdominaux (intestin antérieur et intestin moyen) AS – goût au niveau de l'épiglotte et du pharynx EVG – innerve le muscle lisse et les glandes du pharynx, du larynx, des viscères thoraciques et des viscères abdominaux (intestin antérieur et intestin moyen) EB – innerve un muscle de la langue (palatoglosse), les muscles du palais mou (sauf le tenseur du voile du palais), du pharynx (sauf le stylopharyngien) et du larynx
Nerf accessoire (XI)		EB	Foramen jugulaire	Innerve les muscles sternocléidomastoïdien et trapèze (pour la classification en tant qu'EB, voir Diogo R et al. *Nature* 2015 ; 520 : 466–473.)
Nerf hypoglosse (XII)		ESG	Canal hypoglosse	Innerve les muscles hyoglosse, génioglosse et styloglosse, et tous les muscles intrinsèques de la langue*

*Voir tableau 8.4 pour les abréviations.

**Les voies de l'innervation sensitive des structures de la tête et du cou dérivées embryologiquement de l'endoderme et/ou de la splanchnopleure du mésoderme sont classées dans ce texte en afférences viscérales générales.

Ces nerfs crâniens conduisent différentes fibres efférentes qui innervent la musculature dérivée des arcs branchiaux.

L'innervation de la musculature dérive de cinq arcs branchiaux qui se développent ainsi :

- premier arc – nerf trijumeau (V) ;
- deuxième arc – nerf facial (VII) ;
- troisième arc – nerf glossopharyngien (IX) ;
- quatrième arc – rameau laryngé supérieur du nerf vague (X) ;
- cinquième arc – rameau laryngé inférieur récurrent du nerf vague (X) ;
- arcs postérieurs – nerf accessoire (XI).

Nerf olfactif (I)

Le **nerf olfactif (I)** conduit les fibres afférentes spéciales (AS) du sens de l'odorat. Ses neurones sensitifs ont :

- des prolongements périphériques qui agissent comme des récepteurs dans la muqueuse nasale ;
- des prolongements centraux qui véhiculent l'information vers le cerveau.

Les récepteurs sont dans le toit et les parties supérieures de la cavité nasale, et les prolongements centraux, après avoir rejoint de petits fascicules, entrent dans la cavité crânienne en traversant la lame criblée de l'os ethmoïde (fig. 8.53). Ils se terminent par une synapse avec les neurones secondaires dans les bulbes olfactifs (fig. 8.54).

Nerf optique (II)

Le **nerf optique (II)** transporte les fibres de la vision. Ces fibres acheminent au cerveau les informations reçues par les photorécepteurs de la rétine. Les prolongements neuronaux

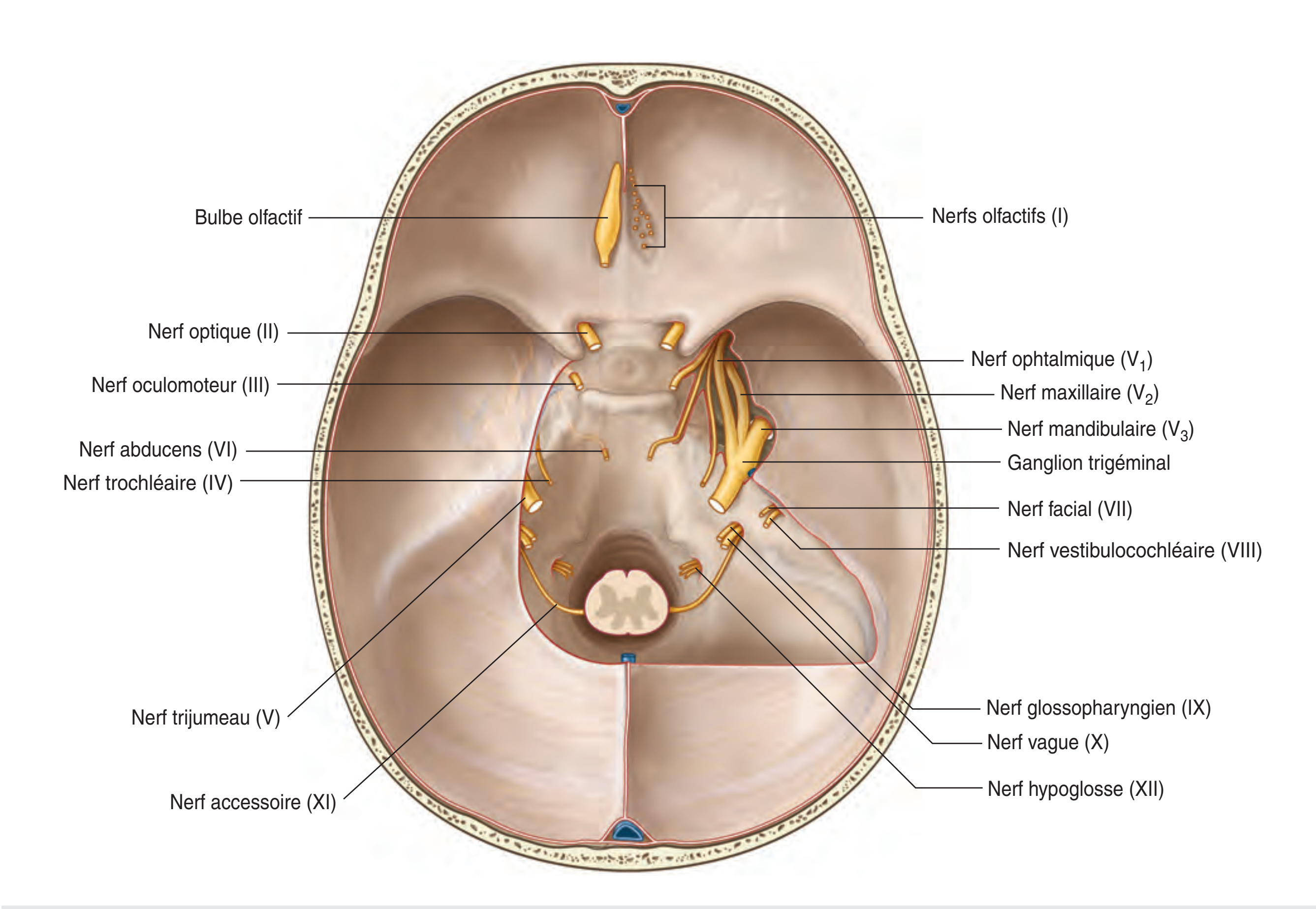


Figure 8.53 Passages des nerfs crâniens à la sortie de la cavité crânienne.

Figure 8.54 Nerfs crâniens à la base du cerveau.

quittent les récepteurs rétiniens, se groupent en petits faisceaux, et suivent le nerf optique jusqu'aux autres constituants de l'appareil de la vision dans le système nerveux central. Les nerfs optiques entrent dans la cavité crânienne par les canaux optiques (fig. 8.50).

Nerf oculomoteur (III)

Le **nerf oculomoteur (III)** est composé de deux types de fibres :

- les fibres efférentes somatiques générales (ESG) innervent la plupart des muscles extraoculaires ;
- les fibres efférentes générales viscérales (EVG) appartiennent au système parasympathique de la partie autonome du système nerveux périphérique.

Le nerf oculomoteur (III) quitte la surface antérieure du tronc cérébral entre le pédoncule cérébral et le pont (fig. 8.54). Il entre dans le bord antérieur de la tente du cervelet, continue en avant dans la paroi latérale du sinus caverneux (fig. 8.53 et fig. 8.54 ; voir fig. 8.45) et quitte la cavité crânienne par la fissure orbitaire supérieure.

Dans l'orbite, les fibres ESG du nerf oculomoteur innervent les muscles élévateur de la paupière supérieure, droit supérieur, droit inférieur, droit médial et oblique inférieur.

Les fibres EVG sont parasympathiques préganglionnaires, font un relais synaptique dans le ganglion ciliaire, et innervent en fin de course le muscle sphincter de la pupille, responsable de la contraction pupillaire, et les muscles ciliaires, responsables de l'accommodation du cristallin pour la vision de près.

Nerf trochléaire (IV)

Le **nerf trochléaire (IV)** est un nerf crânien qui véhicule les fibres ESG qui vont innerver le muscle oblique supérieur, un muscle extraoculaire de l'orbite. Il naît du mésencéphale et est le seul nerf crânien dont l'émergence se situe à la face postérieure du tronc cérébral (fig. 8.54). Après avoir contourné le tronc cérébral, il pénètre dans le bord libre de la tente du cervelet, continue en avant dans la paroi latérale du sinus caverneux (fig. 8.53 et fig. 8.54 ; voir fig. 8.45) et entre dans l'orbite, par la fissure orbitaire supérieure.

Nerf trijumeau (V)

Le **nerf trijumeau (V)** est le principal nerf sensitif de la tête, et innerve également des muscles qui mobilisent la mâchoire inférieure. Il véhicule des afférences somatiques générales (ASG) et des fibres efférentes branchiales (EB) :

- les fibres ASG conduisent les influx sensitifs de la face, de la moitié antérieure du scalp, des muqueuses des cavités orale et nasales et des sinus paranasaux, du nasopharynx, d'une partie de l'auricule et du méat acoustique externe, d'une partie de la membrane du tympan, du contenu de la cavité orbitaire et de la conjonctive, et de la dure-mère dans les fosses crâniennes antérieure et moyenne ;
- les fibres EB innervent les muscles de la manducation, le **tenseur du tympan**, le muscle tenseur du voile du palais, le mylohyoïdien et le ventre antérieur du digastrique.

Le nerf trijumeau émerge à la surface antérieure du pont par une grosse racine sensitive et une petite racine motrice (fig. 8.54). Ces racines se dirigent en avant depuis la fosse crânienne postérieure vers la fosse crânienne moyenne, en passant au-dessus du bord médial de la portion pétreuse de l'os temporal (fig. 8.53).

Dans la fosse crânienne moyenne, la racine sensitive entre dans le **ganglion trigéminal** (fig. 8.53), qui contient les corps cellulaires des neurones sensitifs du nerf trijumeau, et est comparable à un ganglion spinal. Le ganglion est situé dans une fossette (la fossette trigéminale) à la surface antérieure de la portion pétreuse de l'os temporal, dans une cavité durale (la **cavité trigéminale**). La racine motrice est dessous et complètement séparée de la racine sensitive à ce point.

Les trois rameaux terminaux du nerf trijumeau naissent du bord antérieur du ganglion trigéminal, et sont, de haut en bas :

- le **nerf ophtalmique (rameau ophtalmique [V_1])** ;
- le **nerf maxillaire (rameau maxillaire [V_2])** ;
- le **nerf mandibulaire (rameau mandibulaire [V_3])**.

Nerf ophtalmique (V_1)

Le nerf ophtalmique (V_1) chemine en avant dans la dure-mère de la paroi latérale du sinus caverneux (voir fig. 8.45), sort de la cavité crânienne et entre dans l'orbite par la fissure orbitaire supérieure (fig. 8.53).

Le nerf ophtalmique (V_1) conduit des fibres sensitives provenant des yeux, de la conjonctive et du contenu orbitaire, en incluant la glande lacrymale. Il reçoit aussi des rameaux sensitifs de la cavité nasale, du sinus frontal, des cellules ethmoïdales, de la faux du cerveau, de la dure-mère de la fosse crânienne antérieure et des portions supérieures de la tente du cervelet, de la paupière supérieure, de l'arête nasale et de la partie antérieure du scalp.

Nerf maxillaire (V_2)

Le nerf maxillaire (V_2) chemine en avant dans la dure-mère de la paroi latérale du sinus caverneux, juste en dessous du nerf ophtalmique (V_1) (voir fig. 8.45), sort de la cavité crânienne par le foramen rond (fig. 8.53), et entre dans la fosse ptérygopalatine.

Le nerf maxillaire (V_2) reçoit des rameaux sensitifs de la dure-mère de la fosse crânienne moyenne, du nasopharynx, du palais, de la cavité nasale, des dents de la mâchoire supérieure, du sinus maxillaire, de la peau de la face latérale du nez, de la paupière inférieure, de la joue et de la lèvre supérieure.

Nerf mandibulaire (V_3)

Le nerf mandibulaire (V_3) apparaît au bord inférieur du ganglion trigéminal et sort du crâne par le foramen ovale pour entrer dans la fosse infratemporale (fig. 8.53).

La racine motrice du nerf trijumeau traverse aussi le foramen ovale et s'unit aux composants sensitifs du nerf mandibulaire (V_3) en dehors du crâne. Cependant, le nerf mandibulaire (V_3) est le seul rameau du ganglion trigéminal qui contient des fibres motrices.

En dehors du crâne, les fibres motrices innervent les quatre muscles de la mastication (temporal, masséter, et ptérygoïdiens médial et latéral), ainsi que le muscle tenseur du tympan, le muscle tenseur du voile du palais, le ventre antérieur du digastrique et le muscle mylohyoïdien.

Le nerf mandibulaire (V_3) reçoit aussi des fibres sensitives de la peau de la partie inférieure de la face, de la joue, de la lèvre inférieure, de l'oreille, du méat acoustique externe et de la région temporale, des deux tiers antérieurs de la langue, des dents de la mâchoire inférieure, des cellules aériques mastoïdiennes, des muqueuses de la joue, de la mandibule et de la dure-mère de la fosse crânienne moyenne.

Nerf abducens (VI)

Le **nerf abducens (VI)** véhicule des fibres ESG pour innerver le muscle droit latéral dans l'orbite. Il naît du tronc cérébral entre le pont et la moelle, et se dirige en avant, en traversant la dure-mère qui couvre le clivus (fig. 8.53 et fig. 8.54). En continuant vers le haut dans le canal dural, il croise le bord supérieur de la portion pétreuse de l'os temporal, pénètre dans le sinus caverneux et le traverse juste en bas et en dehors de l'artère carotide interne (voir fig. 8.45), puis entre dans l'orbite par la fissure orbitaire supérieure.

Nerf facial (VII)

Le **nerf facial (VII)** transporte des fibres ASG, AS, EVG et EB :

- les fibres ASG conduisent les influx sensitifs du méat acoustique externe, de la partie profonde de l'auricule, et d'une petite partie de la peau située en arrière de l'auricule ;
- les fibres AS concernent le goût des deux tiers antérieurs de la langue ;
- les fibres EVG sont une partie de la portion parasympathique du système nerveux autonome périphérique et stimulent l'activité motrice sécrétoire des glandes lacrymale, salivaires submandibulaire et sublinguale, et des glandes des muqueuses de la cavité nasale, et des parties rigide et souple du palais ;
- les fibres EB innervent les muscles de la face (muscles de la mimique) et du scalp provenant du deuxième arc branchial, ainsi que les muscles stapédien, ventre postérieur du digastrique, et stylohyoïdien.

Le nerf facial (VII) apparaît à la face latérale du tronc cérébral, entre le pont et la moelle allongée (fig. 8.54). Il est formé d'une grosse racine motrice et d'une petite racine sensitive (le **nerf intermédiaire**) :

- le nerf intermédiaire contient des fibres AS pour le goût, les fibres parasympathiques EVG et les fibres ASG ;
- la racine motrice, plus importante, contient les fibres EB.

Les racines motrice et sensitive croisent la fosse crânienne postérieure et quittent la cavité crânienne à travers le méat acoustique interne (fig. 8.53). Après l'entrée dans le canal facial dans la portion pétreuse de l'os temporal, les deux racines s'unissent et forment le nerf facial (VII). Près de ce point, le nerf devient plus volumineux au niveau du **ganglion géniculé**, qui est semblable à un ganglion spinal et contient les corps cellulaires des neurones sensitifs.

Au niveau du ganglion géniculé, le nerf facial (VII) s'incurve et donne le **nerf grand pétreux**, qui contient principalement des fibres parasympathiques préganglionnaires (EVG) (tableau 8.6).

Le nerf facial (VII) continue dans le canal osseux, donne le **nerf du muscle stapédien** et la **corde du tympan**, avant de sortir du crâne à travers le foramen stylomastoïdien.

La corde du tympan conduit les fibres du goût (AS) des deux tiers antérieurs de la langue et les fibres parasympathiques préganglionnaires (EVG) destinées au ganglion submandibulaire (tableau 8.6).

Nerf vestibulocochléaire (VIII)

Le nerf vestibulocochléaire (VIII) transporte les fibres AS de l'audition et de l'équilibration, et est formé de deux parties :

- un composant vestibulaire pour l'équilibration ;
- un composant cochléaire pour l'audition.

Le nerf vestibulocochléaire (VIII) apparaît à la face latérale du tronc cérébral, entre le pont et la moelle, après être passé par le méat acoustique interne et avoir traversé la fosse crânienne postérieure (fig. 8.53 et fig. 8.54). Les deux composants se réunissent en un seul nerf visible dans la fosse crânienne postérieure au cours du trajet dans la portion pétreuse de l'os temporal.

Nerf glossopharyngien (IX)

Le nerf glossopharyngien (IX) véhicule des fibres AVG, ASG, AS, EVG et EB :

- les fibres AVG conduisent les influx sensitifs du tronc de la carotide et du sinus ;
- les fibres ASG conduisent les influx sensitifs du tiers postérieur de la langue, des amygdales palatines, de l'oropharynx, et des muqueuses de l'oreille moyenne, de la trompe auditive et des cellules mastoïdiennes ;
- les fibres AS concernent le goût du tiers postérieur de la langue ;
- les fibres EVG appartiennent à la partie parasympathique de la division autonome du système nerveux périphérique et stimulent l'activité sécrétoire motrice de la glande salivaire parotide ;
- les fibres EB innervent le muscle dérivé du troisième arc branchial (le muscle stylopharyngien).

Tableau 8.6 Ganglions parasympathiques de la tête.

Ganglion	Origine des fibres préganglionnaires du nerf crânien	Rameau formant les fibres préganglionnaires	Fonction
Ciliaire	Nerf oculomoteur (III)	Rameau pour le ganglion ciliaire	Innervation du muscle sphincter de la pupille pour la constriction pupillaire, et des muscles ciliaires pour l'accommodation du cristallin dans la vision de près
Ptérygopalatin	Nerf facial [VII]	Nerf grand pétreux	Innervation de la glande lacrymale, et des glandes muqueuses de la cavité nasale, du sinus maxillaire et du palais
Otique	Nerf glossopharyngien (IX)	Nerf petit pétreux	Innervation de la glande parotide
Submandibulaire	Nerf facial [VII]	Corde du tympan pour la langue	Innervation des glandes submandibulaire et sublinguale

En clinique

Lésions des nerfs crâniens

Nerf crânien	Données cliniques	Exemples de lésions
Nerf olfactif (I)	Perte de l'odorat (anosmie)	Lésion de la lame criblée ; absence congénitale
Nerf optique (II)	Cécité/anomalies du champ visuel, perte de la constriction pupillaire	Traumatisme direct de l'orbite ; interruption de la voie optique
Nerf oculomoteur (III)	Dilatation pupillaire, ptosis, perte du réflexe pupillaire normal, déviation de l'œil vers le bas et en dehors	Compression par un anévrisme des artères communicante postérieure, cérébrale postérieure, ou cérébelleuse supérieure ; compression par une hernie de l'uncus cérébral (faux signe de localisation) ; masse ou thrombose du sinus caverneux
Nerf trochléaire (IV)	Impossibilité de regarder en bas lorsque l'œil est en adduction (vers le bas et en dedans)	Lésion du nerf dans son trajet autour du tronc cérébral ; fracture orbitaire
Nerf trijumeau (V)	Perte de sensibilité et douleur de la région de la face innervée par les trois rameaux du nerf ; perte de la motricité des muscles de la mastication du côté de la lésion	Typiquement, dans la région du ganglion trigéminal, compression par des masses autour des foramens traversés par les rameaux du nerf
Nerf abducens (VI)	Impossibilité d'excursion latérale de l'œil	Lésion cérébrale ou du sinus caverneux étendue à l'orbite
Nerf facial (VII)	Paralysie des muscles de la face Anomalie de la sensation du goût dans les deux tiers antérieurs de la langue et sécheresse conjonctive	Lésion des rameaux au niveau de la glande parotide Lésion de l'os temporal ; inflammation virale du nerf
	Paralysie des muscles controlatéraux de la face sous l'œil	Lésion du tronc cérébral
Nerf vestibulocochléaire (VIII)	Perte progressive unilatérale de l'audition et acouphènes (« sonnerie » dans l'oreille)	Tumeur de l'angle pontocérébelleux
Nerf glossopharyngien (IX)	Perte du goût dans le tiers postérieur de la langue et de la sensibilité au niveau du palais mou	Lésion du tronc cérébral ; plaie pénétrante du cou
Nerf vague (X)	Déviation du palais mou et de la luette vers le côté sain ; paralysie de la corde vocale	Lésion du tronc cérébral ; plaie pénétrante du cou
Nerf accessoire (XI)	Paralysie des muscles sternocléidomastoïdien et trapèze	Lésion pénétrante du triangle postérieur du cou
Nerf hypoglosse (XII) la	Atrophie des muscles homolatéraux de la langue et déviation vers le côté lésé ; difficultés d'élocution	Plaie pénétrante du cou et pathologie de base du crâne

En clinique

Vue globale des nerfs crâniens (fig. 8.55)

Réflexe des nerfs crâniens	
Réflexe cornéen (clignement) – Afférence – Nerf trijumeau (NC V) – Efférence – Nerf facial (NC VII) Réflexe nauséeux – Afférence – Nerf glossopharyngien (NC IX) – Efférence – Nerf vague (NC X)	Réflexe pupillaire (à la lumière) – Afférence – Nerf optique (NC II) – Efférence – Nerf oculomoteur (NC III)

(Suite)

En clinique—Suite

Nerf facial [VII]

Nerf branchial moteur – tous les muscles de l'expression faciale, et le stapédien, le stylohyoïdien, et le chef postérieur du digastrique

Nerf facial [VII] (nerf intermédiaire)

Nerf spécifique sensoriel – goût (2/3 antérieurs de la langue)
Nerf sensitif somatique – partie du méat acoustique externe et portion la plus profonde de l'auricule
Nerf viscéral moteur (parasympathique) – nerf sécrétomoteur pour toutes les glandes salivaires sauf la glande parotide ; toutes les glandes muqueuses associées avec les cavités orale et nasales ; glande lacrymale

Nerf vestibulocochléaire [VIII]

Nerf sensoriel spécifique – audition et équilibration

Nerf glossopharyngien [IX]

Nerf spécifique sensitif – goût (1/3 postérieur de la langue)
Nerf somatique somatique – 1/3 postérieur de la langue, oropharynx, tonsilles palatines, oreille moyenne, conduit pharyngotympanique, et cellules aériques mastoïdiennes
Nerf branchial moteur – stylopharyngien
Nerf viscéral moteur – (parasympathique) – Commande sécrétomotrice de la glande parotide
Nerf sensitif viscéral – du corpuscule carotidien et du sinus

Nerf vague [X]

Nerf somatique sensitif – larynx, laryngopharynx, parties profondes de l'auricule, et portion du méat acoustique externe
Nerf spécifique sensitif – goût de l'épiglotte et du pharynx
Nerf moteur branchial – tous les muscles du pharynx sauf le stylopharyngien ; tous les muscles du palais mou sauf le tenseur du voile du palais, tous les muscles intrinsèques du larynx
Nerf viscéral moteur – (parasympathique) – viscères thoraciques et abdominaux jusqu'à l'extrémité de l'intestin moyen
Nerf viscéral sensitif – viscères thoraciques et abdominaux jusqu'à l'extrémité de l'intestin moyen, chemo- et baro récepteurs (et dans certains cas corpuscule carotidien)

Nerf hypoglosse [XII]

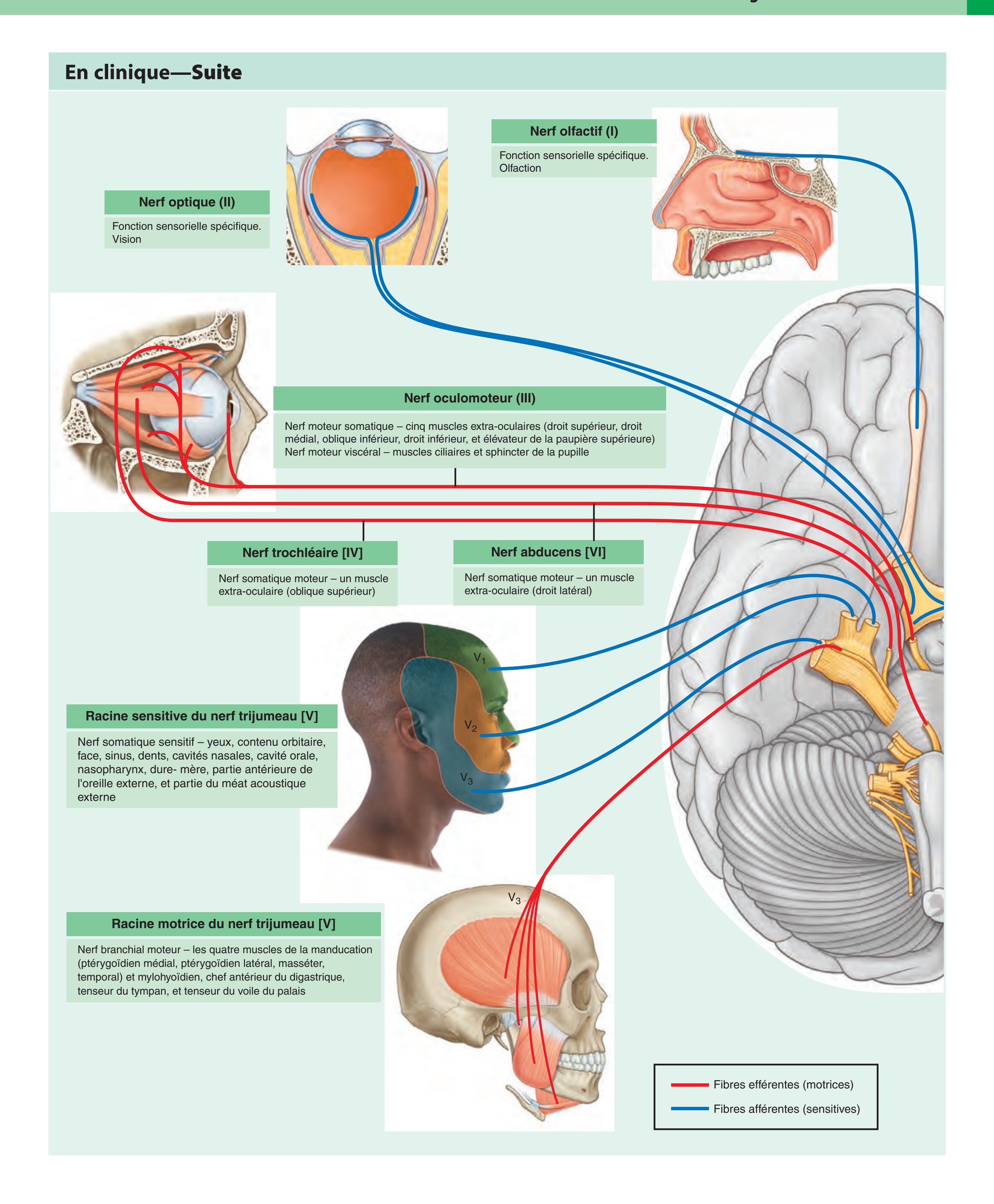
Nerf somatique moteur – tous les muscles de la langue sauf le palatoglosse

Nerf accessoire [XI]

Nerf branchial moteur – sternocléidomastoïdien, trapèze

Figure 8.55 Vue globale des nerfs crâniens.

En clinique—Suite





Le nerf glossopharyngien (IX) naît par plusieurs radicelles de la face antérolatérale de la partie supérieure de la moelle allongée (fig. 8.54). Les radicelles croisent la fosse crânienne postérieure et entrent dans le foramen jugulaire (fig. 8.53). Dans la traversée du foramen jugulaire, et avant d'en sortir, les radicelles se regroupent pour former le nerf glossopharyngien.

Dans le foramen jugulaire ou immédiatement après, se situent deux ganglions (les **ganglions supérieur** et **inférieur**), qui contiennent les corps cellulaires des neurones sensitifs du nerf glossopharyngien (IX).

Nerf tympanique

Le **nerf tympanique** est un rameau du nerf glossopharyngien (IX) qui naît dans le foramen jugulaire ou immédiatement à sa sortie. Ce rameau entre à nouveau dans l'os temporal, pénètre dans la cavité de l'oreille moyenne, et participe à la formation du **plexus tympanique**. Dans la cavité de l'oreille moyenne, il apporte la sensibilité de la muqueuse de la cavité, de la trompe auditive et des cellules aériques mastoïdiennes.

Le nerf tympanique est aussi formé de fibres EVG, qui quittent le plexus tympanique dans le **nerf petit pétreux** – un petit nerf qui sort de l'os temporal, entre dans la fosse crânienne moyenne, et descend à travers le foramen ovale pour quitter la cavité crânienne en transportant des fibres parasympathiques préganglionnnaires pour le ganglion otique (tableau 8.6).

Nerf vague (X)

Le nerf vague (X) contient des fibres ASG, AVG, AS, EVG et EB.

- Les fibres ASG conduisent les influx sensitifs du larynx, du laryngopharynx, des parties profondes de l'auricule, d'une partie du méat acoustique externe, et de la dure-mère de la fosse crânienne postérieure.
- Les fibres AVG conduisent les influx sensitifs des chémorécepteurs de l'aorte et des barorécepteurs de l'arc aortique, de l'œsophage, des bronches, des poumons, du cœur, des viscères dans l'intestin antérieur et l'intestin moyen.
- Les fibres AS concernent le goût autour de l'épiglotte et du pharynx.
- Les fibres EVG appartiennent au système parasympathique autonome du système nerveux périphérique et stimulent les muscles lisses et les glandes du pharynx, du larynx, des viscères thoraciques, et des viscères abdominaux de l'intestin antérieur et de l'intestin moyen.
- Les fibres EB innervent un muscle de la langue (palatoglosse), les muscles du palais mou (sauf le tenseur du voile du palais), du pharynx (sauf le stylopharyngien) et du larynx.

Le nerf vague entre à la face antérolatérale de la moelle allongée par plusieurs radicelles, juste sous le nerf glossopharyngien (IX) (fig. 8.54). Les radicelles croisent la fosse crânienne postérieure et entrent dans le foramen jugulaire (fig. 8.53). Dans ce foramen, et avant d'en sortir, les radicelles se regroupent pour former le nerf vague (X). Dans le foramen jugulaire ou immédiatement en dehors, se situent deux ganglions, les **ganglions supérieur** (jugulaire) et **inférieur** (ganglion plexiforme), qui contiennent les corps cellulaires des neurones sensitifs du nerf vague (X).

Nerf accessoire (XI)

Le nerf accessoire (XI) est un nerf crânien qui comporte des fibres EB pour innerver les muscles sternocléidomastoïdien et trapèze (voir Diogo R et al. *Nature* 2015 ; 520 : 466–473). Il s'agit d'un nerf crânien unique, car ses racines proviennent des cinq niveaux supérieurs de la moelle cervicale. Ces fibres quittent la face latérale de la moelle spinale cervicale et, en s'unissant dans leur trajet ascendant, entrent dans la fosse crânienne postérieure par le foramen magnum (fig. 8.54). Le nerf accessoire (XI) chemine dans la fosse crânienne postérieure et en sort en passant par le foramen jugulaire (fig. 8.53). Il descend ensuite dans le cou pour innerver le sternocléidomastoïdien et le trapèze par leurs faces profondes.

Racine crânienne du nerf accessoire

Certaines descriptions du nerf accessoire (XI) font état de plusieurs radicelles provenant de la partie caudale de la face antérolatérale de la moelle allongée juste au-dessous des radicelles qui vont former le nerf vague (X), et considèrent cette disposition comme la racine crânienne du nerf accessoire (fig. 8.54). En quittant la moelle, les racines « crâniennes » cheminent avec les racines spinales du nerf accessoire (XI) dans le foramen jugulaire, où les racines « crâniennes » rejoignent le nerf vague (X). Appartenant au nerf vague (X), elles sont destinées à la musculature pharyngienne innervée par le nerf vague (X), et sont donc décrites avec le nerf vague (X) auquel elles appartiennent.

Nerf hypoglosse (XII)

Le nerf hypoglosse (XII) est formé de fibres ESG qui innervent tous les muscles intrinsèques et la plupart des muscles extrinsèques de la langue. Il naît par plusieurs radicelles de la face antérieure de la moelle (fig. 8.54), chemine latéralement à travers la fosse crânienne postérieure et sort par le canal hypoglosse (fig. 8.53). Ce nerf innerve les muscles hyoglosse, styloglosse et génioglosse, ainsi que tous les muscles intrinsèques de la langue.

FACE

Une rencontre face à face est un contact initial important entre les individus. Une partie de cet échange réside dans l'usage des expressions de la face pour transmettre des émotions. En effet, un praticien peut obtenir des informations importantes sur l'état de santé d'un individu en observant son visage.

La compréhension de l'organisation unique des différentes structures entre les arcades sourcilières en haut, le bord inférieur de la mandibule en bas, et latéralement et en arrière jusqu'aux auricules, soit dans l'aire de définition de la face, est donc particulièrement utile dans la pratique médicale.

Muscles

Les muscles de la face (fig. 8.56) se développent à partir du second arc branchial et sont innervés par des rameaux du nerf

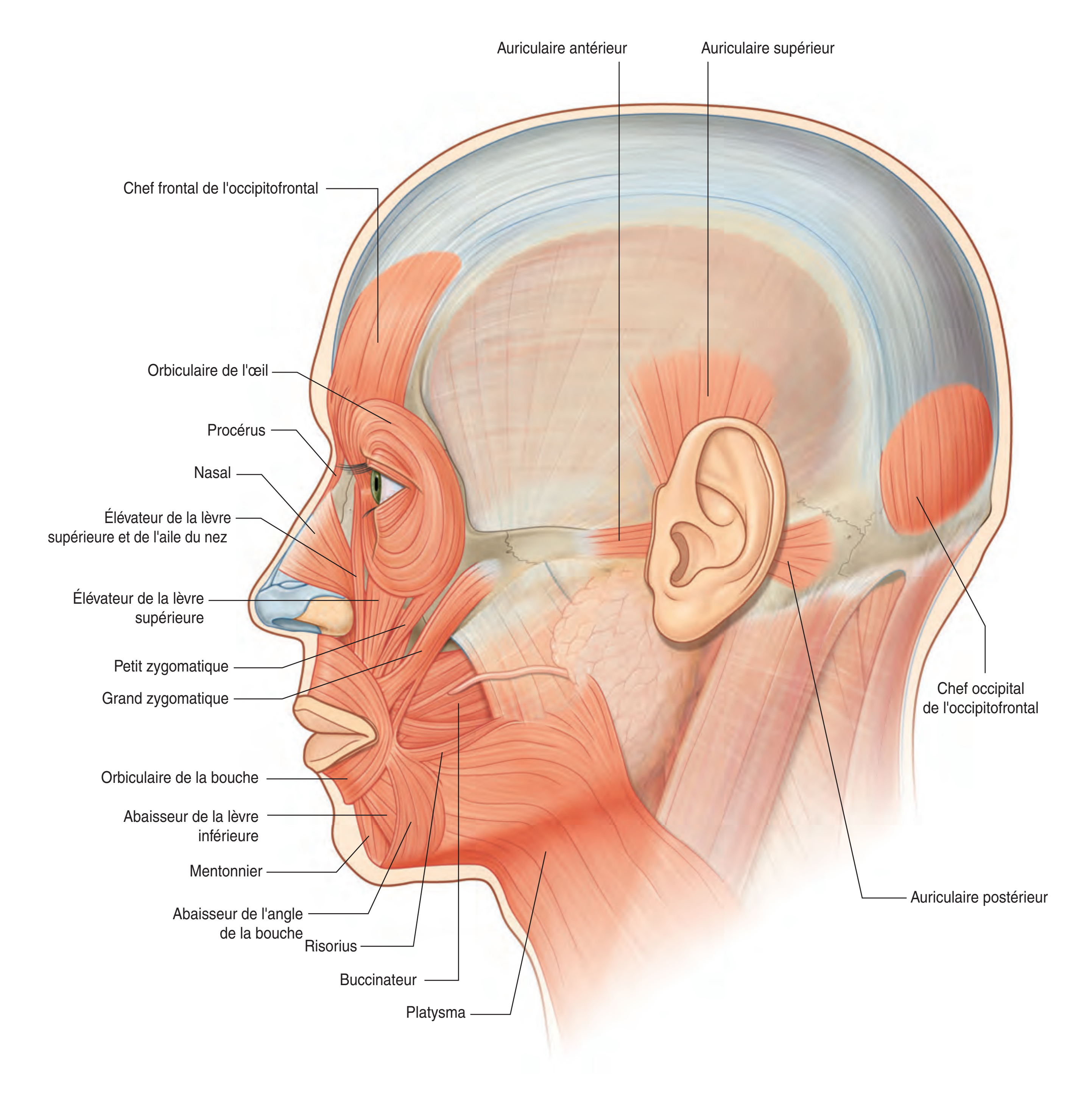


Figure 8.56 Muscles de la face.



facial (VII). Ils sont situés dans le fascia superficiel, à partir d'insertions soit osseuses, soit fasciales, et vont s'insérer à la peau.

Du fait de leur fonction dans le contrôle des expressions de la face, ces muscles sont parfois appelés muscles de l'« expression faciale » ou de la mimique. Ils agissent aussi comme des sphincters ou des dilatateurs des orifices de la face (c'est-à-dire les orbites, le nez et la bouche). Cet arrangement de l'organisation en groupes fonctionnels conduit à une approche logique pour comprendre ces muscles (tableau 8.7).

Groupe orbitaire

Deux muscles sont associés au groupe orbitaire : l'orbiculaire de l'œil et le corrugateur du sourcil.

Tableau 8.7 Muscles de la face.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Groupe orbitaire				
Orbiculaire de l'œil – Partie palpébrale	Ligament palpébral médial	Raphé palpébral latéral	Nerf facial (VII)	Occlusion palpébrale douce
– Partie orbitaire	Partie nasale de l'os frontal ; processus frontal du maxillaire ; ligament palpébral médial	Les fibres forment une ellipse ininterrompue autour de l'orbite	Nerf facial (VII)	Occlusion forte des paupières
Corrugateur du sourcil	Extrémité médiale de l'arcade sourcilière	Peau de la moitié médiale du sourcil	Nerf facial (VII)	Tire les sourcils en dedans et en bas
Groupe nasal				
Nasal – Partie transverse	Os maxillaire juste en dehors du nez	Aponévrose croisant la crête nasale avec des fibres du côté opposé	Nerf facial (VII)	Rétrécit l'ouverture nasale
– Partie alaire	Os maxillaire au-dessus de l'incisive latérale	Cartilage de l'aile du nez	Nerf facial (VII)	Attire le cartilage en bas et en dehors pour écarter la narine
Procérus	Os nasal et partie supérieure du cartilage nasal latéral	Peau du bas du front entre les sourcils	Nerf facial (VII)	Attire en bas l'angle palpébral médial en produisant un froncement transversal sur la racine du nez
Abaisseur du septum nasal	Os maxillaire au-dessus de l'incisive médiale	Partie mobile du septum nasal	Nerf facial (VII)	Attire le nez vers le bas
Groupe oral				
Abaisseur de l'angle de la bouche	Ligne oblique sur la mandibule, sous la canine, les prémolaires et la première molaire	Peau de l'angle de la bouche et intrication avec l'orbiculaire de la bouche	Nerf facial (VII)	Attire le coin de la bouche en bas et latéralement
Abaisseur de la lèvre inférieure	Partie antérieure de la ligne oblique de la mandibule	Lèvre inférieure sur la ligne médiane ; intrication avec le muscle homologue controlatéral	Nerf facial (VII)	Attire la lèvre inférieure vers le bas et en dehors
Mentonnier	Mandibule sous les incisives	Peau du menton	Nerf facial (VII)	Relève et fait avancer la lèvre inférieure, plisse la peau du menton
Risorius	Fascia de recouvrement des muscles masséters	Peau du coin de la bouche	Nerf facial (VII)	Rétracte le coin de la bouche
Grand zygomatique	Partie postérieure de la surface latérale de l'os zygomatique	Peau du coin de la bouche	Nerf facial (VII)	Attire le coin de la bouche en haut et en dehors
Groupe oral				
Petit zygomatique	Partie antérieure de la surface latérale de l'os zygomatique	Lèvre supérieure juste en dedans du coin de la bouche	Nerf facial (VII)	Attire la lèvre supérieure vers le haut

Tableau 8.7 Suite				
Muscle	**Origine**	**Terminaison**	**Innervation**	**Fonction**
Élévateur de la lèvre supérieure	Bord infraorbitaire du maxillaire	Peau de la moitié supérieure de la lèvre supérieure	Nerf facial (VII)	Relève la lèvre supérieure ; contribue à former le sillon nasolabial
Élévateur de la lèvre supérieure et de l'aile du nez	Processus frontal du maxillaire	Cartilage de l'aile du nez et lèvre supérieure	Nerf facial (VII)	Relève la lèvre supérieure et ouvre la narine
Élévateur de l'angle de la bouche	Maxillaire sous le foramen infraorbitaire	Peau du coin de la bouche	Nerf facial (VII)	Relève le coin de la bouche ; contribue à former le sillon nasolabial
Orbiculaire de la bouche	Des muscles de la région ; maxillaire et mandibule sur la ligne médiane	Forme une ellipse autour de la bouche	Nerf facial (VII)	Ferme les lèvres ; protraction des lèvres
Buccinateur	Parties postérieures du maxillaire et de la mandibule ; raphé ptérygomandibulaire	Intrication avec l'orbiculaire de la bouche, lèvres	Nerf facial (VII)	Appuie la joue contre les dents ; comprime les joues distendues
Autres groupes de muscles				
Auriculaire antérieur	Partie antérieure du fascia temporal	Dans l'hélix de l'auricule	Nerf facial (VII)	Attire l'auricule en haut et en avant
Auriculaire supérieur	Aponévrose épicrânienne de la face latérale de la tête	Partie supérieure de l'auricule	Nerf facial (VII)	Élève l'auricule
Auriculaire postérieur	Partie mastoïdienne de l'os temporal	Convexité de la conque de l'auricule	Nerf facial (VII)	Attire l'auricule en haut et en arrière
Occipitofrontal				
– Chef frontal	Peau des sourcils	Dans la galéa aponévrotique	Nerf facial (VII)	Plisse le front ; élève les sourcils
– Chef occipital	Partie latérale de la crête nuchale supérieure de l'os occipital et de l'os temporal	Dans la galéa aponévrotique	Nerf facial (VII)	Attire le scalp en arrière

Muscle orbiculaire de l'œil

Le **muscle orbiculaire de l'œil** est un grand muscle qui entoure complètement chaque orifice orbitaire et se prolonge dans chaque paupière (fig. 8.57). Il ferme les paupières. Il présente deux parties principales :

- la **partie orbitaire**, externe, est un anneau large qui entoure l'ouverture orbitaire et s'étend latéralement sur le rebord orbitaire ;
- la **partie palpébrale**, interne, est dans les paupières, et est constituée de fibres musculaires qui naissent dans le coin médial de l'œil et dessinent un trajet arciforme dans chaque paupière pour se terminer latéralement.

Les parties orbitaire et palpébrale ont des rôles spécifiques au cours de l'occlusion palpébrale. La partie palpébrale ferme l'œil doucement, alors que la partie orbitaire ferme l'œil fortement et provoque le plissement de la peau du front.

Une partie supplémentaire lacrymale du muscle orbiculaire de l'œil est profonde, en position médiale, et s'insère sur l'os situé en arrière du sac lacrymal de l'appareil lacrymal dans l'orbite.

Muscle corrugateur du sourcil

Le second muscle du groupe orbitaire est le **muscle corrugateur du sourcil** (fig. 8.57) plus petit, en profondeur par rapport aux sourcils et au muscle orbiculaire de l'œil, et qui est actif dans le froncement. Il naît de l'extrémité médiale de l'arcade sourcilière, passe au-dessus et latéralement pour se terminer dans la peau de la moitié médiale du sourcil. Il tire les sourcils vers la ligne médiane, formant les replis verticaux au-dessus du nez.



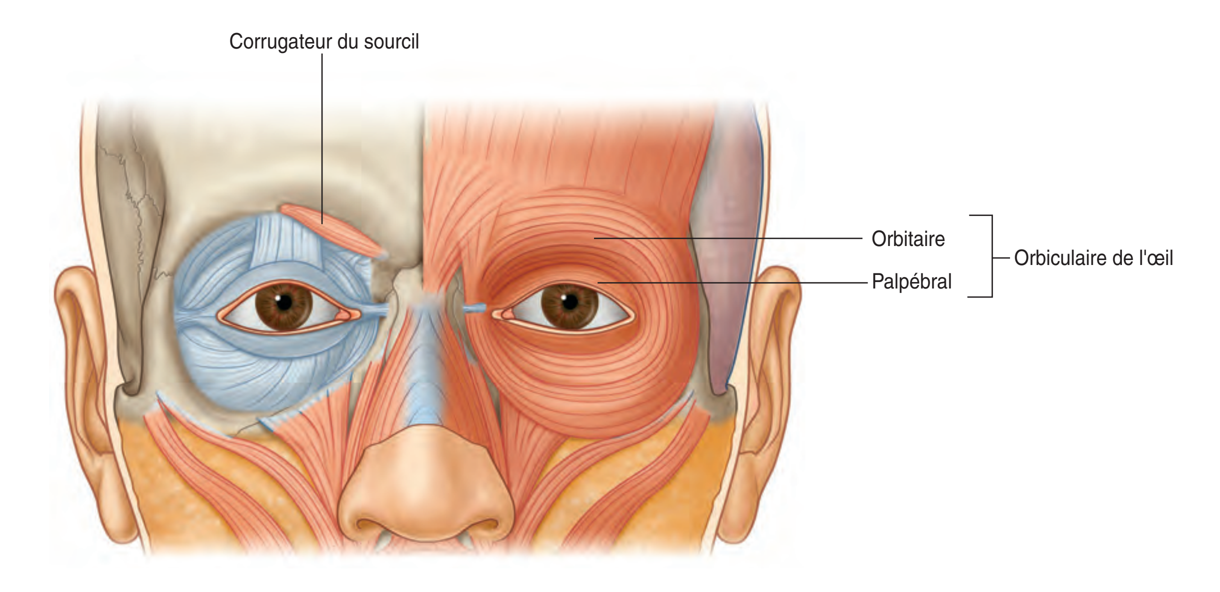


Figure 8.57 Groupe orbitaire des muscles de la face.

Groupe nasal

Trois muscles composent le groupe nasal : le nasal, le procérus et l'abaisseur du septum nasal (fig. 8.58).

Nasal

Le plus grand et le mieux développé des muscles du groupe nasal est le muscle **nasal**, qui est actif lorsque les narines sont évasées (fig. 8.58). Il est formé par une partie transverse (le muscle latéral du nez) et une partie alaire (le muscle dilatateur des narines) :

- la **partie transverse** du muscle nasal comprime les narines – elle naît du maxillaire et ses fibres se dirigent en haut et en dedans pour s'insérer le long de fibres du muscle homologue opposé par une aponévrose sur le dos du nez ;
- la **partie alaire** du muscle nasal tire les cartilages alaires en bas et latéralement et, ainsi, ouvre les narines – elle naît du maxillaire, en dessous et en dedans de la partie transversale, et s'insère sur le cartilage alaire.

Procérus

Le **muscle procérus** est un petit muscle superficiel par rapport à l'os nasal et est actif lorsque le sujet fronce les sourcils (fig. 8.58). Il s'insère sur l'os nasal et sur la partie supérieure

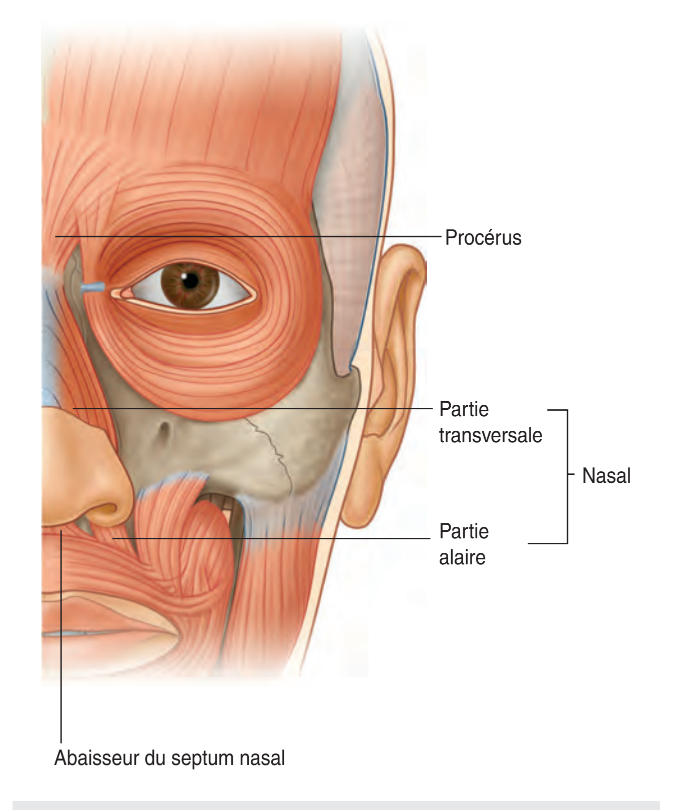


Figure 8.58 Groupe nasal des muscles de la face.

du cartilage nasal latéral, et se termine à la peau de la partie inférieure du front située entre les sourcils. Il peut être en continuité avec le chef frontal du muscle occipitofrontal du scalp.

Le procérus tire le relief du bord médial des sourcils vers le bas pour provoquer le plissement transverse autour de la base du nez.

Abaisseur du septum nasal

Le dernier muscle du groupe nasal est l'**abaisseur du septum nasal**, autre muscle qui participe à l'écartement des narines (fig. 8.58). Ses fibres proviennent du maxillaire au-dessus de l'incisive centrale et se terminent sur la partie inférieure du septum nasal.

L'abaisseur du septum nasal tire le nez vers le bas, et contribue ainsi, avec la partie alaire du nasal, à l'ouverture des narines.

Groupe oral

Les muscles du groupe oral sont moteurs des lèvres et de la joue. Ils incluent les muscles orbiculaire de la bouche et buccinateur, et des groupes inférieur et supérieur (fig. 8.59). Plusieurs de ces muscles se croisent juste en dehors du coin de la bouche, formant de chaque côté une structure nommée modiolus.

Orbiculaire de la bouche

L'**orbiculaire de la bouche** est un muscle complexe formé de fibres qui entourent complètement la bouche (fig. 8.59). Sa fonction est mise en évidence lorsque l'on pince les lèvres au cours de la moue. Certaines de ses fibres naissent près de la ligne médiane du maxillaire en haut ou de la mandibule en bas, alors que les autres fibres proviennent du buccinateur,

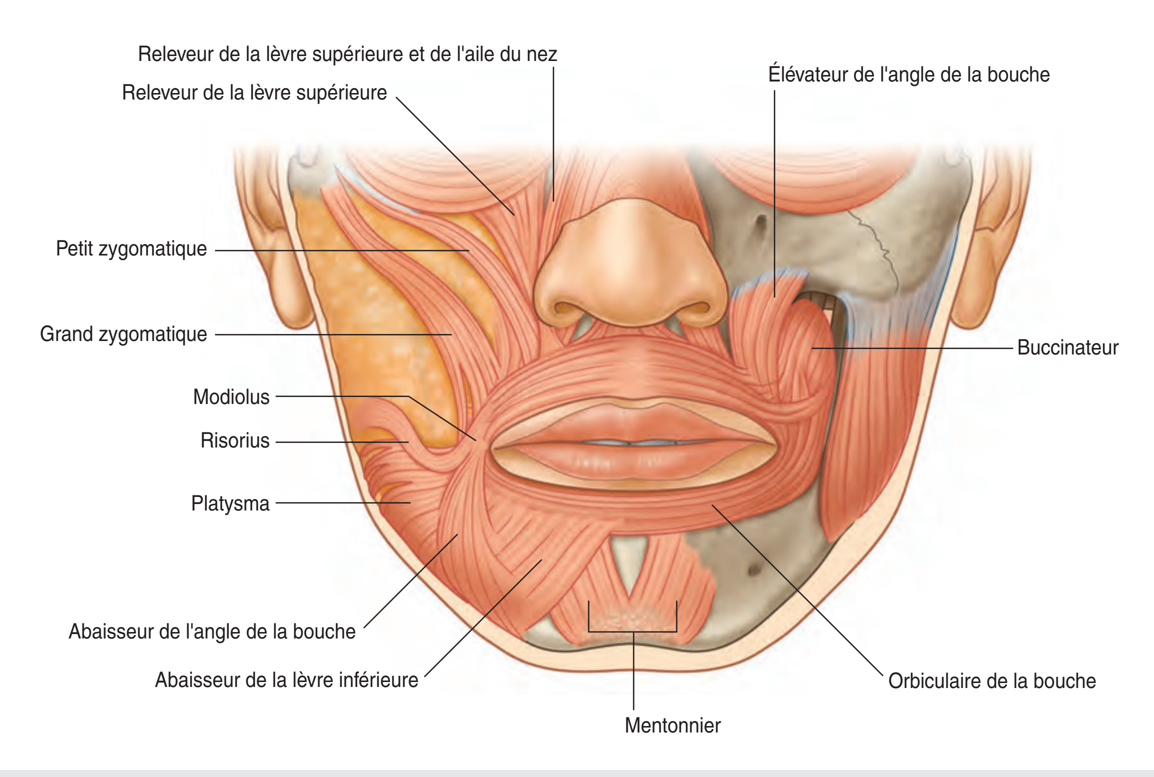


Figure 8.59 Groupe oral des muscles de la face.

En clinique

Lifting de la face et Botox®

La chirurgie par lifting (rhytidectomie) vise à soulever et à retirer la peau dans la moitié inférieure du visage et du cou pour rendre le visage plus tendu. Un placement soigneux des incisions est important pour éviter toute déformation de la peau ou du visage et éviter la chute des cheveux. Les incisions les plus courantes sont placées dans la région temporale de chaque côté, s'étendant jusqu'aux hélix des oreilles, puis se poursuivant derrière le tragus, autour des lobules des oreilles, puis jusqu'à l'os occipital.

Le Botox® est dérivé de la toxine produite par la bactérie *Clostridium botulinum,* qui bloque les jonctions neuromusculaires en entraînant le relâchement musculaire. Il est utilisé dans de nombreuses thérapies, comme le strabisme (yeux croisés) où il est injecté dans les muscles extraoculaires. Son injection est aussi utilisée pour traiter les clignements palpébraux non contrôlés (blépharospasme), les contractions musculaires spastiques et les troubles de la vessie hyperactive, ainsi que pour détendre les muscles faciaux afin d'améliorer l'aspect esthétique des rides et ridules, et pour traiter les patients souffrant de transpiration excessive (hyperhidrose).

dans la joue, et de plusieurs autres muscles moteurs des lèvres. Il se termine dans l'épaisseur de la peau et de la membrane muqueuse des lèvres, et dans sa propre épaisseur.

La contraction de l'orbiculaire de la bouche rétrécit la fente orale et pince les lèvres.

Buccinateur

Le buccinateur forme le constituant musculaire de la joue et est sollicité à chaque fois que l'air qui distend les joues est expiré avec force (fig. 8.59 et fig. 8.60). Il est situé dans l'espace entre la mandibule et le maxillaire, à la face profonde des autres muscles de la face dans cette zone.

Le buccinateur provient de la partie postérieure du maxillaire et de la mandibule en regard des molaires, et du **raphé ptérygomandibulaire**, qui est une bande tendineuse tendue entre l'hamulus ptérygoïdien en haut et la mandibule en bas, et constitue un point d'attache des muscles buccinateur et constricteur supérieur du pharynx.

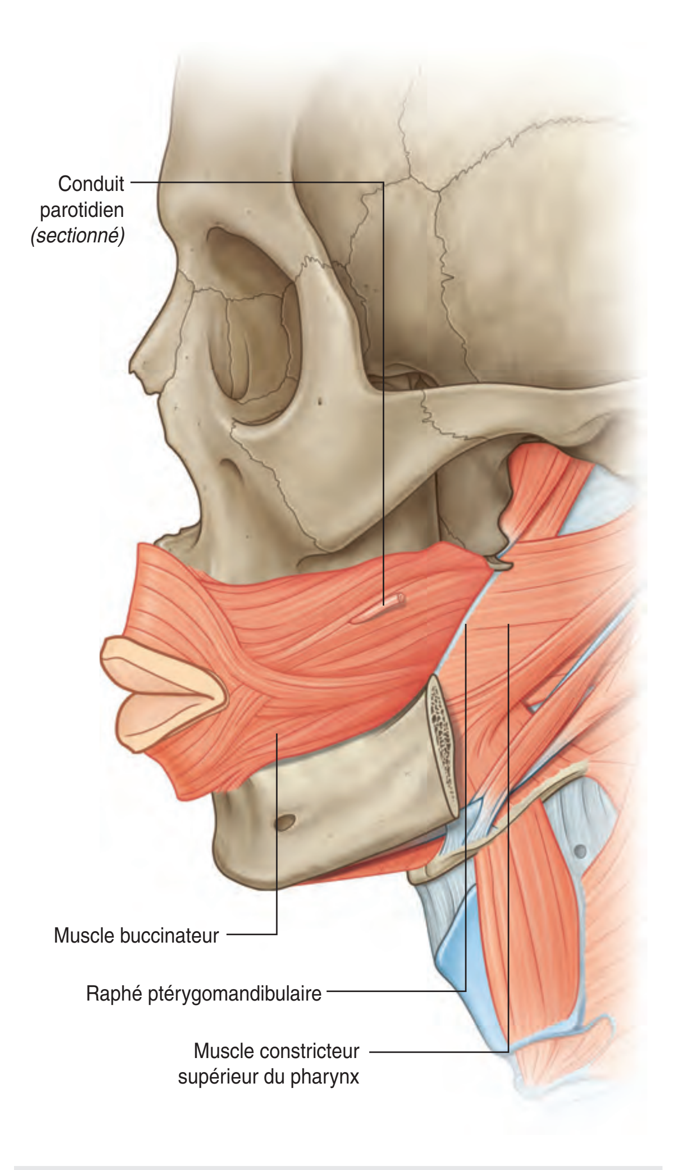


Figure 8.60 Muscle buccinateur.

Les fibres du buccinateur cheminent de part et d'autre du coin de la bouche pour se terminer dans les lèvres, en se mélangeant en un faisceau commun avec les fibres de l'orbiculaire de la bouche. Les fibres centrales du buccinateur s'entrecroisent, de sorte que les fibres inférieures gagnent la lèvre supérieure et les fibres supérieures pénètrent dans la lèvre inférieure (fig. 8.60). Les fibres les plus hautes et les plus basses ne se croisent pas et gagnent directement la lèvre correspondante, supérieure ou inférieure.

La contraction du buccinateur appuie la joue contre les dents. Cela maintient la joue tendue et contribue à la mastication, en évitant que les aliments ne s'accumulent entre les dents et la joue. Ce muscle participe également à l'expulsion de l'air contenu entre les joues.

Groupe inférieur des muscles oraux

Les muscles du groupe inférieur sont les muscles abaisseur de l'angle de la bouche, abaisseur de la lèvre inférieure et mentonnier (fig. 8.59).

- Le muscle **abaisseur de l'angle de la bouche** est actif au cours du mouvement de froncement et de la moue. Il naît le long de la face latérale de la mandibule sous la canine, les prémolaires et la première molaire, et va se terminer dans l'épaisseur de la peau et de la partie supérieure de l'orbiculaire de la bouche auprès du coin de la bouche. Il abaisse l'angle de la bouche.
- Le muscle **abaisseur de la lèvre inférieure** provient de la partie antérieure de la mandibule, à la face profonde du muscle abaisseur de l'angle de la bouche. Ses fibres se dirigent en haut et en dedans ; certaines se mêlent aux fibres du muscle homologue controlatéral et aux fibres de l'orbiculaire de la bouche, avant de se terminer dans la lèvre inférieure. Il abaisse la lèvre inférieure et la tire en dehors.
- Le muscle **mentonnier** intervient dans la configuration de la lèvre pour boire dans une tasse, dans l'éversion de la lèvre inférieure, et représente le muscle le plus profond du groupe inférieur, naissant de la mandibule juste sous les incisives pour se terminer dans l'épaisseur de la peau du menton. Il attire et pousse la lèvre inférieure en avant en plissant la peau du menton.

Groupe supérieur des muscles oraux

Les muscles du groupe supérieur des muscles oraux sont le risorius, le grand zygomatique, le petit zygomatique, l'élévateur de la lèvre supérieure, l'élévateur de la lèvre supérieure et de l'aile du nez, et l'élévateur de l'angle de la bouche (fig. 8.59).

- Le muscle **risorius** participe à la réalisation du sourire (fig. 8.59). C'est un petit muscle superficiel qui s'étend latéralement depuis le coin de la bouche en direction partiellement supérieure. La contraction de ses fibres attire le coin de la bouche en dehors et en haut.

- Les muscles **grand** et **petit zygomatiques** contribuent à la réalisation du sourire (fig. 8.59). Le grand zygomatique est un muscle superficiel qui naît sous l'orbiculaire de l'œil, le long de la partie postérieure de la surface latérale de l'os zygomatique, se dirige en bas et en avant en se mélangeant avec l'orbiculaire de la bouche, et se termine dans l'épaisseur de la peau au coin de la bouche. Le petit zygomatique naît de l'os zygomatique en avant de l'origine du grand zygomatique, chemine parallèlement au grand zygomatique et se termine dans la lèvre supérieure en dedans du coin de la bouche. Les deux zygomatiques tirent le coin de la bouche et le déplacent latéralement.
- Le muscle **élévateur de la lèvre supérieure** creuse le sillon entre le nez et le coin de la bouche au cours de la moue (fig. 8.59). Il naît du maxillaire juste au-dessus du foramen infraorbitaire. Ses fibres se dirigent en bas et en dedans pour se mélanger avec l'orbiculaire de la bouche, et il se termine dans l'épaisseur de la peau de la lèvre supérieure.
- Le muscle **élévateur de la lèvre supérieure et de l'aile du nez** se situe en dedans de l'élévateur de la lèvre supérieure, naît du maxillaire à proximité du nez, et se termine à la fois sur le cartilage de l'aile du nez et dans l'épaisseur de la peau de la lèvre supérieure (fig. 8.59). Il peut contribuer à dilater les narines.
- Le muscle **élévateur de l'angle de la bouche** est placé plus profondément et recouvert par les deux autres élévateurs et par les muscles zygomatiques (fig. 8.59). Il naît du maxillaire, juste sous le foramen infraorbitaire, et se termine dans l'épaisseur de la peau du coin de la bouche. Il est élévateur du coin de la bouche et peut aider à creuser le sillon entre le nez et le coin de la bouche au cours de la moue.



Figure 8.61 Muscles auriculaires.

Autres muscles ou groupes de muscles

Plusieurs autres muscles ou groupes de muscles ne sont pas dans la région définie comme la face, mais dérivent du second arc branchial, sont innervés par le nerf facial (VII), et sont considérés comme des muscles de l'expression faciale. Ce sont les muscles platysma, auriculaire et occipitofrontal (voir fig. 8.56).

Muscle platysma

Le **muscle platysma** est un grand et fin feuillet musculaire dans le fascia superficiel du cou. Il naît près de la clavicule dans la partie supérieure du thorax et monte dans le cou vers la mandibule. À ce niveau, les fibres les plus médiales s'insèrent sur la mandibule, et les fibres latérales s'unissent avec les muscles qui entourent la bouche.

Le platysma tend la peau et peut abaisser la lèvre inférieure et le coin de la bouche vers le bas.

Muscles auriculaires

Trois de ces « autres muscles de la mimique » sont associés à l'auricule – les muscles auriculaires antérieur, supérieur et postérieur (fig. 8.61) :

- le muscle antérieur est antérolatéral et tire l'auricule en haut et en avant ;
- le muscle supérieur est supérieur et élève l'auricule ;
- le muscle postérieur est postérieur et tire l'auricule en arrière et en haut.

Muscle occipitofrontal

Le **muscle occipitofrontal** est le dernier muscle de cette catégorie des « autres muscles de la mimique » et est associé au scalp (voir fig. 8.56). Il est formé par un chef frontal en avant et un chef occipital en arrière. Une lame aponévrotique réunit les deux :

- le chef frontal couvre le front et s'attache à la peau des sourcils ;
- le chef occipital provient de la partie postérieure du crâne, et est plus petit que le chef frontal.

Les muscles occipitofrontaux mobilisent le scalp et plissent le front.

Glande parotide

Les **glandes parotides** sont les plus volumineuses des trois paires de glandes salivaires principales de la tête, et elles sont traversées par de nombreuses structures. Elles sont situées de chaque côté en avant et en dessous de l'auricule, superficielles, postérieures et en profondeur au contact de la branche montante de la mandibule (fig. 8.62). Elles se prolongent en bas vers le bord intérieur de la mandibule et en haut vers l'arcade zygomatique. En arrière, elles couvrent la partie antérieure du muscle sternocléidomastoïdien, et en avant elle recouvre la moitié postérieure du muscle masséter.

Le **conduit parotidien** quitte le bord antérieur de la glande parotide à mi-hauteur entre l'arcade zygomatique et le coin de la bouche (fig. 8.62). Il chemine transversalement dans la face en direction antérieure, et après avoir croisé le bord antérieur du muscle masséter, il s'incurve en profondeur dans le paquet adipeux buccal et traverse le muscle buccinateur. Il s'ouvre dans la cavité orale à proximité de la deuxième molaire supérieure.

Artère et veine maxillaires
Artère et veine transverses de la face
Artère et veine temporales superficielles
Rameaux temporaux
Rameaux zygomatiques
Nerf facial (VII)
Artère auriculaire postérieure
Conduit parotidien
Veine rétromandibulaire
Rameaux buccaux
Glande parotide
Buccinateur
Artère carotide externe
Masséter
Veine jugulaire externe
Rameaux mandibulaires marginaux
A
Rameaux cervicaux

Veine rétromandibulaire
Muscle ptérygoïdien médial
Artère carotide externe
Mandibule
Processus styloïde
Processus mastoïde
Muscle masséter
B
Glande parotide
Nerf facial (VII)

Figure 8.62 Glande parotide. **A.** Vue latérale. **B.** Section transversale.

Rapports importants

Plusieurs structures essentielles entrent dans la glande parotide et la traversent, ou cheminent à son contact en profondeur. Ce sont le nerf facial (VII), l'artère carotide externe et ses branches, et la veine rétromandibulaire et ses afférences (fig. 8.62).

Nerf facial

Le nerf facial (VII) sort du crâne par le foramen stylomastoïdien et chemine dans l'épaisseur de la glande parotide, où il se divise habituellement en troncs supérieur et inférieur. Ceux-ci traversent le parenchyme glandulaire dans l'épaisseur duquel ils peuvent donner naissance à des rameaux et à des anastomoses nerveuses.

Cinq groupes terminaux de rameaux du nerf facial (VII) – les **rameaux temporal**, **zygomatique**, **buccal**, **marginal mandibulaire** et **cervicaux** – sortent des bords supérieur, antérieur et inférieur de la glande parotide (fig. 8.62).

Les rapports étroits entre le nerf facial (VII) et la glande parotide expliquent que la résection de la glande parotide impose une difficile dissection de tous les rameaux du nerf facial qui doivent être préservés.

L'artère carotide externe et ses branches

L'artère carotide externe entre dans la glande parotide et chemine en profondeur au contact de son bord inférieur (fig. 8.62). En poursuivant une direction supérieure, elle donne l'**artère auriculaire postérieure** avant de se diviser en deux branches terminales (l'**artère maxillaire** et l'**artère temporale superficielle**), près du bord inférieur de l'auricule :

- l'artère maxillaire chemine horizontalement en profondeur au contact de la mandibule ;
- l'artère temporale superficielle continue en direction crâniale et émerge du bord supérieur de la glande après avoir donné naissance à l'**artère faciale transverse**.

La veine rétromandibulaire et ses afférences

La veine rétromandibulaire est formée dans l'épaisseur du parenchyme de la glande parotide par la réunion de la **veine temporale superficielle** et des **veines maxillaires** (fig. 8.62), et chemine en direction caudale dans le parenchyme de la glande parotide. Elle se divise habituellement en branches antérieure et postérieure juste sous le niveau de la glande.

Vascularisation artérielle

La glande parotide reçoit sa vascularisation des nombreuses branches qui la traversent.

Innervation

L'innervation sensitive de la glande parotide est assurée par le **nerf auriculotemporal**, qui est un rameau du nerf mandibulaire (V_3). Cette division du nerf trijumeau sort du crâne par le foramen ovale.

Le nerf auriculotemporal contient aussi les fibres sécrétomotrices de la glande parotide. Ces fibres parasympathiques postganglionnaires ont leur origine dans le ganglion otique associé au nerf mandibulaire (V_3) et situé juste sous le foramen ovale.

Les fibres parasympathiques préganglionnaires destinées au ganglion otique proviennent du nerf glossopharyngien (IX).



En clinique

Glande parotide

La glande parotide est la plus grande des glandes salivaires bilatérales et est contenue dans un dédoublement du fascia profond de la face.

La glande parotide produit la salive et l'amylase salivaire, qui sont nécessaires pour la formation du bol alimentaire, la digestion orale et la facilitation du passage du bol dans le tractus digestif gastro-intestinal supérieur.

Tumeurs de la glande parotide

Les tumeurs de la glande parotide les plus fréquentes (fig. 8.63) sont bénignes et concernent typiquement la partie superficielle de la glande. Ce sont l'adénome pléiomorphe et l'adénolymphome. Leur gravité est liée à leur situation anatomique. Les relations entre une tumeur et les rameaux du nerf facial (VII) doivent être précisées parce que la résection de la tumeur peut les léser.

Lithiases de la glande parotide

Il n'est pas rare de voir des calculs se développer dans la glande parotide. Ces lithiases se forment typiquement à la confluence principale des canaux salivaires et dans le conduit parotidien. Le patient se plaint en règle d'une intense douleur au cours de la salivation et tend à éviter les aliments qui produisent ce symptôme. La douleur peut être aisément reproduite en clinique en instillant quelques gouttes de jus de citron dans la bouche du patient.

La chirurgie dépend de la position du calcul. S'il se situe dans la partie antérieure du canal, une simple incision de la muqueuse buccale avec sphinctérotomie peut permettre son excision. Si le calcul est enclavé plus en arrière dans le canal principal, l'excision complète de la glande peut être nécessaire.

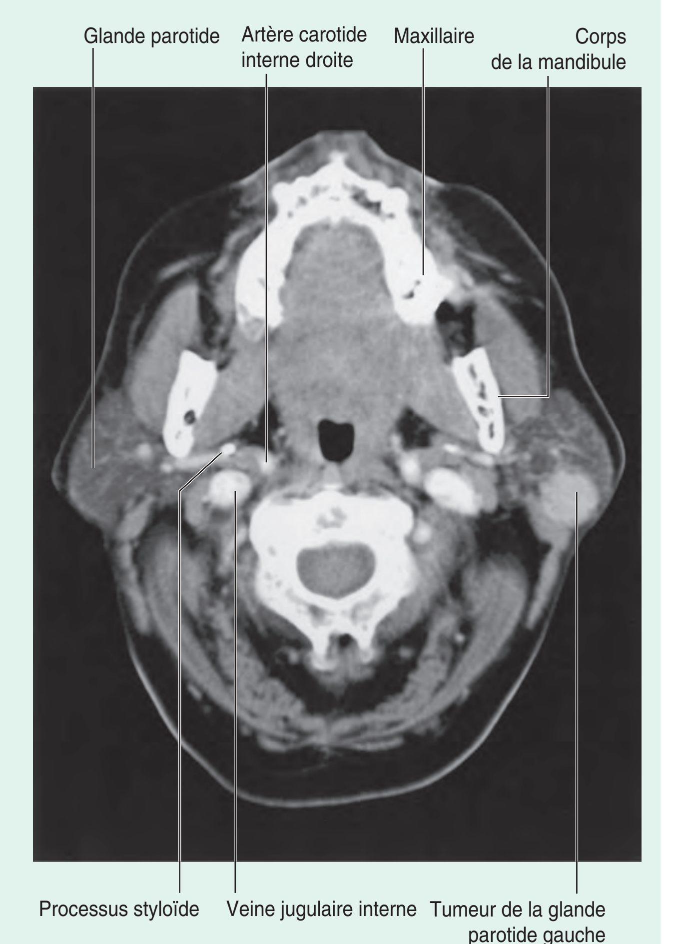


Figure 8.63 Tumeur de la glande parotide. Coupe TDM axiale.

Innervation

Au cours du développement, un nerf crânien est associé à chaque arc branchial. Du fait de la constitution de la face à partir des premier et deuxième arcs branchiaux, l'innervation des structures voisines de la face s'organise ainsi :

- le nerf trijumeau (V) innerve les structures faciales qui dérivent du premier arc branchial ;
- le nerf facial (VII) innerve les structures faciales qui proviennent du deuxième arc branchial.

Innervation sensitive

La face dérivant, au cours de l'organogenèse, de plusieurs structures issues du premier arc branchial, l'innervation cutanée de la face est assurée par plusieurs rameaux du nerf trijumeau (V).

Le nerf trijumeau (V) se divise en trois rameaux – les nerfs ophtalmique (V_1), maxillaire (V_2) et mandibulaire (V_3) – avant de quitter la fosse crânienne moyenne (fig. 8.64). Chacun des trois nerfs sort de la cavité crânienne pour innerver une partie de la face, ce qui fait que l'essentiel de la sensibilité cutanée de la face est assuré uniquement par les rameaux du nerf trijumeau (V). L'exception concerne une petite surface qui couvre l'angle et le bord inférieur de la branche de la mandibule et une partie de l'auricule, où les nerfs trijumeau (V), facial (VII), vague (X) et cervicaux contribuent à l'innervation.

Nerf ophtalmique (V_1)

Le nerf ophtalmique (V_1) sort du crâne par la fissure orbitaire supérieure pour entrer dans l'orbite. Ses rameaux (fig. 8.64) qui innervent la face sont :

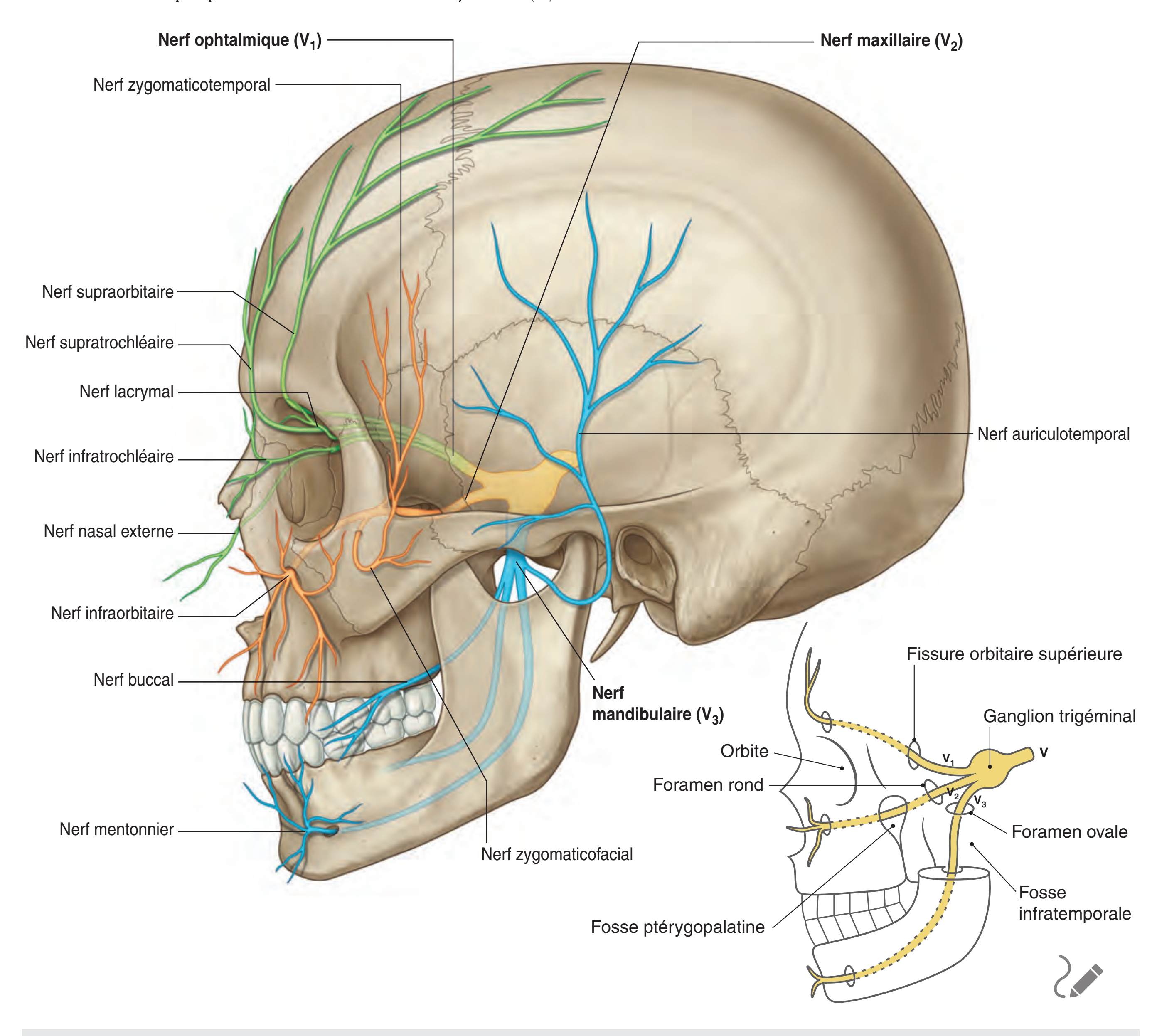


Figure 8.64 Nerf trijumeau (V) à la sortie du crâne.

- le **nerf supraorbitaire** et le **nerf supratrochléaire**, qui quittent l'orbite en haut et innervent la paupière supérieure, le front et le scalp ;
- le **nerf infratrochléaire**, qui sort de l'orbite par l'angle médial pour innerver la moitié médiale de la paupière supérieure, la peau dans l'angle médial, et la face latérale du nez ;
- le **nerf lacrymal**, qui quitte l'orbite par l'angle latéral pour innerver la moitié latérale de la paupière supérieure et la peau dans l'angle latéral ;
- le **nerf nasal externe**, qui assure l'innervation de la partie antérieure du nez (fig. 8.65).

Nerf maxillaire (V_2)

Le nerf maxillaire (V_2) sort du crâne à travers le foramen rond. Ses rameaux (fig. 8.64) destinés à l'innervation de la face comprennent :

- un petit rameau, le **nerf zygomaticotemporal**, qui sort à travers l'os zygomatique et innerve une petite surface de la partie antérieure de la tempe au-dessus de l'arcade zygomatique ;
- un autre petit rameau, le **nerf zygomaticofacial**, qui sort à travers l'os zygomatique et innerve une petite surface de peau sur l'os zygomatique ;
- le **nerf infraorbitaire**, plus important, qui sort du maxillaire à travers le foramen infraorbitaire et se divise immédiatement en de multiples rameaux pour innerver la paupière inférieure, la joue, la face latérale du nez et la lèvre supérieure (fig. 8.65).

Figure 8.65 Distribution cutanée du nerf trijumeau (V).

Nerf mandibulaire (V_3)

Le nerf mandibulaire (V_3) sort du crâne à travers le foramen ovale. Ses rameaux (fig. 8.65) destinés à l'innervation de la face comprennent :

- le nerf auriculotemporal, qui gagne la face juste en arrière de l'articulation temporomandibulaire, traverse la glande parotide, et monte juste en avant de l'auricule pour assurer l'innervation du méat acoustique externe, de la surface de la membrane tympanique (tympan), et d'une grande surface de la tempe ;
- le **nerf buccal**, qui se situe en surface du muscle buccinateur pour innerver la joue ;
- le **nerf mentonnier**, qui sort de la mandibule à travers le foramen mentonnier et se divise immédiatement en de multiples rameaux qui assurent l'innervation de la peau et de la muqueuse de la lèvre inférieure et de la peau du menton (fig. 8.65).

Innervation motrice

Les muscles de la face, de même que ceux de l'oreille externe et du scalp, dérivent du deuxième arc branchial. Le nerf crânien associé à cet arc branchial est le nerf facial (VII) ; ainsi, les rameaux du nerf facial (VII) innervent tous ces muscles.

Le nerf facial (VII) sort de la fosse crânienne postérieure par le méat acoustique interne. Il chemine à travers l'os temporal, donne plusieurs rameaux, et émerge de la base du crâne par le foramen stylomastoïdien (fig. 8.66). À ce niveau, il donne le **nerf auriculaire postérieur**. Ce rameau se dirige en haut, derrière l'auricule, pour innerver le chef occipital du muscle occipitofrontal du scalp et le muscle auriculaire postérieur.

Le principal tronc du nerf facial (VII) donne aussi un autre rameau, qui innerve le ventre postérieur du muscle digastrique et le muscle stylohyoïdien. À ce niveau, le nerf facial (VII) pénètre dans la face profonde de la glande parotide (fig. 8.66B).

Dans la glande parotide, le tronc principal du nerf facial (VII) se divise habituellement en un rameau supérieur (temporofacial) et un rameau inférieur (cervicofacial). Au cours de leur trajet dans la glande parotide, ces rameaux peuvent ensuite se diviser ou prendre part à la constitution d'un réseau anastomotique (le plexus parotidien).

Quel que soit le type d'interconnexion réalisé, cinq groupes de rameaux terminaux issus du nerf facial (VII) – rameaux temporaux, zygomatiques, buccaux, marginal mandibulaire, et cervical – émergent à la sortie de la glande parotide (fig. 8.66A).

Bien qu'il existe des variations dans la distribution des cinq groupes de rameaux terminaux, la structure de base est la suivante :

- les rameaux temporaux sortent du bord supérieur de la glande parotide pour innerver les muscles de la tempe, du front et de la surface supraorbitaire ;
- les rameaux zygomatiques sortent du bord antérosupérieur de la glande parotide pour innerver les muscles de la surface infraorbitaire, de la face latérale du nez et de la lèvre supérieure ;
- les rameaux buccaux sortent du bord antérieur de la glande parotide pour innerver les muscles de la joue, la lèvre supérieure et le coin de la bouche ;
- les rameaux marginaux mandibulaires sortent du bord antéro-inférieur de la glande parotide et vont innerver les muscles de la lèvre inférieure et du menton ;
- les rameaux cervicaux sortent du bord inférieur de la glande parotide et vont innerver le platysma.

Vaisseaux

La vascularisation artérielle de la face est surtout assurée par les branches de l'artère carotide externe, auxquelles s'associe une branche de l'artère carotide interne.

De manière similaire, l'essentiel du retour veineux est dirigé vers la veine jugulaire interne, bien que d'importantes connexions de la face créent un retour veineux par un réseau intracrânien d'importance clinique et qui concerne le sinus caverneux.

A

Rameaux temporaux
Rameaux zygomatiques
Rameaux buccaux
Rameaux marginaux mandibulaires
Rameaux cervicaux
Rameau temporofacial
Nerf auriculaire postérieur
Rameau cervicofacial
Glande parotide

B

Nerf facial (VII)
Rameau temporofacial
Rameau cervicofacial
Méat acoustique externe
Nerf auriculaire postérieur
Processus mastoïde
Rameau digastrique
Muscle digastrique
Mandibule

Figure 8.66 Nerf facial (VII) dans la face. **A.** Rameaux terminaux. **B.** Rameaux avant l'entrée dans la glande parotide.

Artères

Artère faciale

L'artère faciale est le principal vaisseau afférent de la face (fig. 8.67). Elle naît de la face antérieure de l'artère carotide externe, chemine à travers les structures profondes du cou et apparaît au bord inférieur de la mandibule après être passée en arrière de la glande sublinguale. Son trajet s'incurve autour du bord inférieur de la mandibule, juste en avant du masséter, où ses battements peuvent être palpés, et l'artère entre à ce niveau dans la face. À partir de ce niveau, l'artère a un trajet tortueux dirigé en haut et en dedans. Elle passe le long de la face latérale du nez et se termine en **artère angulaire** au coin médial de l'œil.

Le long de ce trajet, l'artère faciale est à la face profonde du platysma, du risorius, et des grand et petit zygomatiques, superficielle par rapport aux muscles buccinateur et élévateur de l'angle de la bouche, et peut passer à la superficie de l'élévateur de la paupière supérieure ou à travers.

Les branches de l'artère faciale comprennent les branches labiales, supérieures et inférieures, et la branche nasale latérale (fig. 8.67).

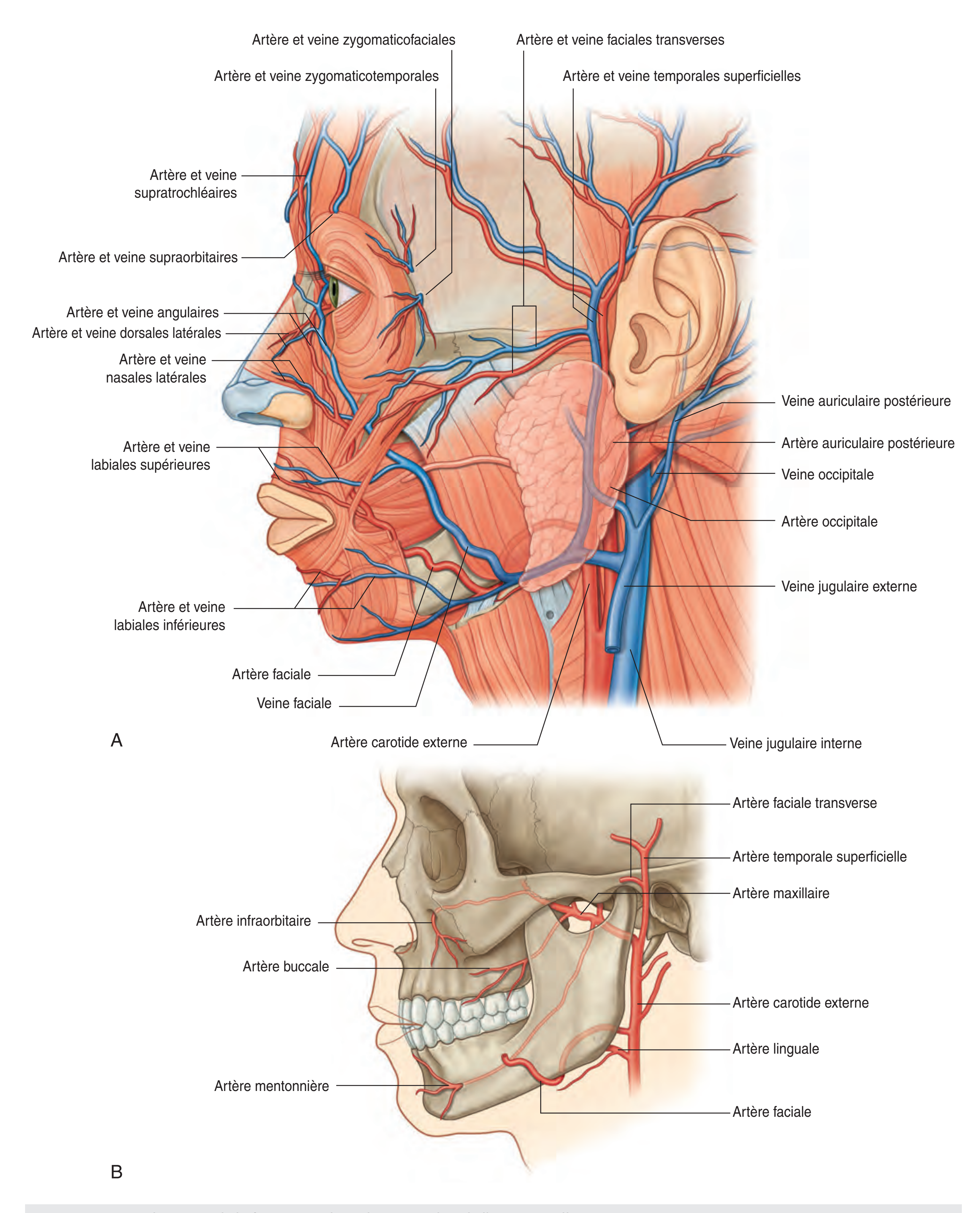


Figure 8.67 Vascularisation de la face. **A.** Vue latérale. **B.** Branches de l'artère maxillaire.

Les branches labiales naissent près du coin de la bouche :

- la **branche labiale inférieure** vascularise la lèvre inférieure ;
- la **branche labiale supérieure** vascularise la lèvre supérieure, et donne aussi une branche pour le septum nasal.

Près de la ligne médiane, les branches labiales supérieure et inférieure s'anastomosent avec leurs homologues du côté opposé de la face. Cela crée une importante connexion entre les artères de la face et les artères carotides externes des côtés opposés.

La **branche nasale latérale** est une petite branche qui provient de l'artère faciale au niveau de son passage le long de la face latérale du nez. Elle vascularise la surface latérale et la crête du nez.

Artère faciale transverse

Une autre afférence vasculaire de la face est constituée par l'artère faciale transverse (fig. 8.67), qui est une branche de l'artère temporale superficielle (la plus petite des deux branches terminales de l'artère carotide externe).

L'artère faciale transverse provient de l'artère temporale superficielle dans l'épaisseur de la glande parotide, traverse la glande, puis croise la face en direction transversale. Cheminant sur la surface superficielle du muscle masséter, elle est placée entre l'arcade zygomatique et le conduit parotidien.

Branches de l'artère maxillaire

L'artère maxillaire, la plus grande des branches terminales de l'artère carotide externe, donne plusieurs petites branches qui participent à la vascularisation artérielle de la face :

- l'**artère infraorbitaire** pénètre dans la face par le foramen infraorbitaire et vascularise la paupière inférieure, la lèvre supérieure et la surface comprise entre ces structures ;
- l'**artère buccale** entre dans la face à la face superficielle du muscle buccinateur et vascularise les structures de cette zone ;
- l'**artère mentonnière** gagne la face par le foramen mentonnier et vascularise le menton.

Branches de l'artère ophtalmique

Trois petites artères provenant de l'artère carotide interne contribuent à la vascularisation artérielle de la face. Ces vaisseaux naissent de l'**artère ophtalmique**, une branche de l'artère carotide interne, après son entrée dans l'orbite :

- les **artères zygomaticofaciale** et **zygomaticotemporale** proviennent de la branche lacrymale de l'artère ophtalmique (fig. 8.67), gagnent la face à travers les foramens zygomaticofacial et zygomaticotemporal, et vascularisent la surface de la face située au-dessus de l'os zygomatique ;
- l'**artère nasale dorsale**, une branche terminale de l'artère ophtalmique, sort de l'orbite dans le coin médial, et vascularise le dos du nez ;
- les **artères supraorbitaire** et **supratrochléaire** vascularisent la partie antérieure du scalp.

Veines

Veine faciale

La veine faciale est la principale veine de drainage de la face (fig. 8.67). Son point d'origine est situé près du coin médial de l'orbite à la jonction des **veines supratrochléaire** et **supraorbitaire** qui forment la **veine angulaire**. Cette veine devient la veine faciale en se dirigeant en bas et en se plaçant juste en arrière de l'artère faciale. La veine faciale descend à travers la face avec l'artère faciale jusqu'à ce qu'elle atteigne le bord inférieur de la mandibule. À ce niveau, l'artère et la veine se séparent et la veine faciale passe en superficie par rapport à la glande submandibulaire pour s'ouvrir dans la veine jugulaire interne.

Au cours de son trajet, la veine faciale reçoit des veines collatérales qui drainent les paupières, la face latérale du nez, les lèvres, la joue et le menton, et qui accompagnent les différentes branches de l'artère faciale.

Veine faciale transverse

La veine faciale transverse est une petite veine qui accompagne l'artère faciale transverse au cours de son trajet à travers la face (fig. 8.67). Elle s'abouche dans la veine temporale superficielle dans l'épaisseur de la glande parotide.

Connexions veineuses intracrâniennes

En traversant la face, la veine faciale a de nombreuses connexions avec des veines provenant de régions plus profondes de la tête (fig. 8.68) :

- près du coin médial de l'orbite, elle s'anastomose avec des veines ophtalmiques ;
- dans l'aire de la joue, elle communique avec des veines qui passent à travers le foramen infraorbitaire ;
- elle s'anastomose aussi avec des veines qui viennent de régions plus profondes de la face (c'est-à-dire la veine faciale profonde qui réalise une anastomose avec le plexus veineux ptérygoïdien).

Toutes ces veines ont des interconnexions avec le sinus caverneux intracrânien par l'intermédiaire de veines émissaires qui unissent les veines intracrâniennes et extracrâniennes. Il n'y a pas de valvules dans la veine faciale ni dans les autres veines de la tête, ce qui autorise la circulation du sang dans les deux sens. Du fait de ces interconnexions entre les veines, les infections de la face, à point de départ au-dessus de la bouche (à savoir la « zone dangereuse »), doivent être traitées avec de grandes précautions pour éviter la dissémination d'éléments infectés en direction intracrânienne.

Drainage lymphatique

Le drainage lymphatique de la face met en œuvre trois groupes de nœuds lymphatiques (fig. 8.69) :

- des **nœuds lymphatiques submentaux** inférieurs et postérieurs par rapport au menton, qui drainent les canalicules lymphatiques de la partie médiale de la lèvre inférieure et du menton de chaque côté ;
- des **nœuds lymphatiques submandibulaires** à la surface de la glande submandibulaire et inférieurs par rapport au corps de la mandibule, qui drainent les vaisseaux lymphatiques du coin médial de l'orbite, d'une grande partie de la face latérale du nez, de la partie médiale de la joue, de la lèvre supérieure et de la partie latérale de la lèvre inférieure, en suivant le trajet de l'artère faciale ;
- des **nœuds lymphatiques préauriculaires** et **parotidiens** en avant de l'auricule, qui drainent les vaisseaux lymphatiques de la plus grande partie des paupières, une partie de la face latérale du nez, et la partie latérale de la joue.

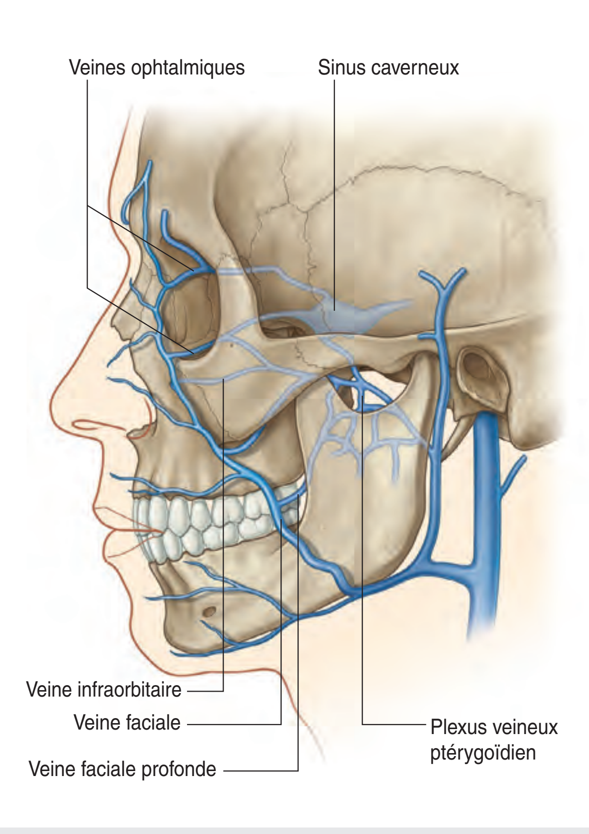


Figure 8.68 Connexions veineuses intracrâniennes.

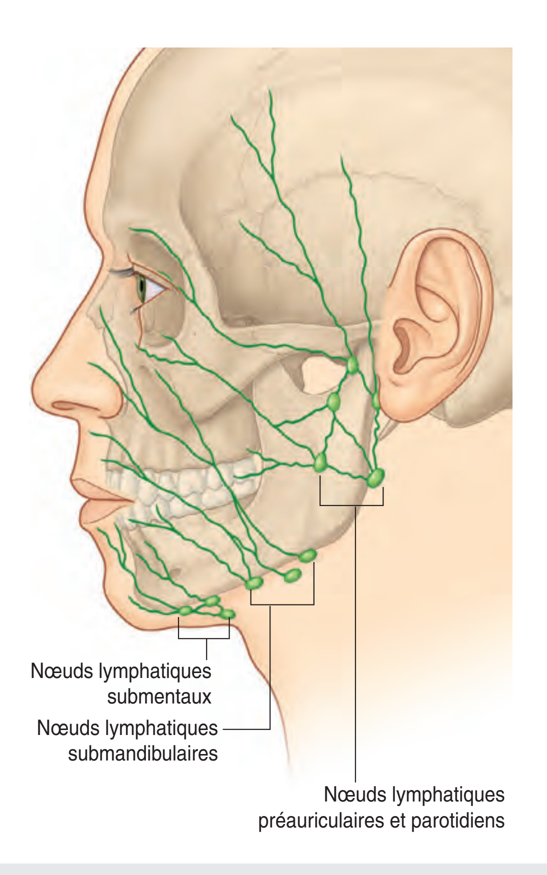


Figure 8.69 Drainage lymphatique de la face.

En clinique

Paralysie du nerf facial (VII)

La complexité du nerf facial (VII) est démontrée par les différents processus pathologiques et sites lésionnels sur lesquels ces processus peuvent survenir.

Le nerf facial (VII) est formé par les noyaux situés dans le tronc cérébral à partir desquels il chemine pour émerger à la jonction entre le pont et la moelle. Il pénètre dans le méat acoustique interne, gagne le ganglion géniculé (qui donne naissance à de nouveaux rameaux), et quitte la base du crâne après un trajet complexe dans l'os temporal, par le foramen stylomastoïdien. Il pénètre dans la glande parotide et donne naissance à cinq groupes terminaux de rameaux qui innervent les muscles de la face. Il a de nombreux rameaux supplémentaires qui innervent des muscles plus profonds ou plus postérieurs. Des lésions à des niveaux différents peuvent affecter le nerf au cours de son trajet. Il est possible, avec une bonne expérience clinique, de déterminer le site exact de la lésion sur le trajet du nerf.

Lésions centrales

Une lésion primitive du tronc cérébral affectant le noyau moteur du nerf facial [VII] provoquerait un déficit homolatéral de la face (déficit de l'hémiface du même côté que la lésion). Cependant, comme le noyau reçoit des afférences motrices des deux hémisphères cérébraux, droit et gauche, une lésion supranucléaire provoque une paralysie de la partie inférieure de l'hémiface controlatérale. Dans cet exemple, l'innervation motrice de la partie supérieure de la face est préservée parce que la partie supérieure du noyau reçoit des afférences provenant des deux hémisphères. La préservation et le déficit d'une fonction spécifique sont déterminés par l'étendue de la lésion.

Lésions au niveau et autour du ganglion géniculé

Typiquement, les lésions au niveau de, et autour du, ganglion géniculé sont accompagnées par un déficit de la fonction motrice de tous les muscles du côté homolatéral de la face. Le goût au niveau des deux tiers antérieurs de la langue, la sécrétion lacrymale et la sécrétion salivaire peuvent être aussi affectés du fait de la position proximale de la lésion par rapport aux rameaux du nerf, le nerf grand pétreux et la corde du tympan.

Lésions au niveau du foramen stylomastoïdien

Les lésions au niveau et autour du foramen stylomastoïdien représentent les anomalies les plus communément observées au niveau du nerf facial (VII) et résultent habituellement d'une inflammation virale du nerf dans le canal osseux avant sa sortie à travers le foramen stylomastoïdien. Typiquement, le patient présente un déficit de la fonction motrice sur toute l'hémiface homolatérale. Cette perturbation motrice ne produit pas seulement une modification de l'aspect extérieur, mais complique également la possibilité de mastication des aliments. La fonction lacrymale et le goût peuvent ne pas être affectés si la lésion reste distale par rapport aux rameaux qui naissent en profondeur dans l'os temporal, le nerf grand pétreux et la corde du tympan.

En clinique

Névralgie trigéminale

La névralgie trigéminale (tics douloureux) est une pathologie complexe sensitive de la racine sensitive du nerf trijumeau. Typiquement, la douleur est dans la région d'innervation des nerfs mandibulaire (V_3) et maxillaire (V_2), se manifeste en général par une survenue soudaine, et peut être déclenchée par le contact de la région sensitive de la peau.

L'étiologie de la névralgie trigéminale est inconnue, bien que des modifications des vaisseaux sanguins cheminant au contact des fibres sensitives des nerfs maxillaire (V_2) et mandibulaire (V_3) puissent être incriminées.

Si les symptômes persistent sans efficacité du traitement médical, l'exploration chirurgicale du nerf trijumeau (qui n'est pas sans risque) peut être nécessaire pour faire la résection de vaisseaux aberrants.

SCALP

Le scalp est la partie de la tête qui s'étend à partir des arcades sourcilières en avant jusqu'à la protubérance externe et la ligne nuchale supérieure en arrière. Latéralement, le scalp s'étend jusqu'aux arcades zygomatiques.

Le scalp est une structure formée de plusieurs couches, que l'on peut définir par les lettres du mot lui-même :

- S : peau en superficie (*skin*) ;
- C : tissu conjonctif dense (*connective tissue*) ;
- A : aponévrose (*aponeurotic layer*) ;
- L : tissu conjonctif lâche (*loose connective tissue*) ;
- P : périoste crânien (*pericranium*) (fig. 8.70).

Les différentes couches

L'examen des couches du scalp révèle que les trois premières couches sont intimement liées entre elles, formant une unité particulière. Cette unité est parfois assimilée au scalp proprement dit et constitue le niveau d'épaisseur de téguments avulsés lors d'une lésion de type « scalp ».

Peau

La peau est la couche périphérique du scalp (fig. 8.70 et fig. 8.71). Elle est assimilée dans sa constitution à la peau du reste du corps, à l'exception de la présence abondante des cheveux au niveau du scalp.

Tissu conjonctif (dense)

À la face profonde de la peau se situe un tissu conjonctif dense. Cette couche arrime la peau à la troisième couche et contient les artères, les veines et les nerfs destinés au scalp. Lorsque le scalp est coupé, le tissu conjonctif dense qui entoure les vaisseaux contribue à maintenir les vaisseaux sectionnés ouverts. Cela se traduit par un saignement abondant.

Couche aponévrotique

La plus profonde des trois premières couches est la couche aponévrotique. Fermement attachée à la peau par le tissu

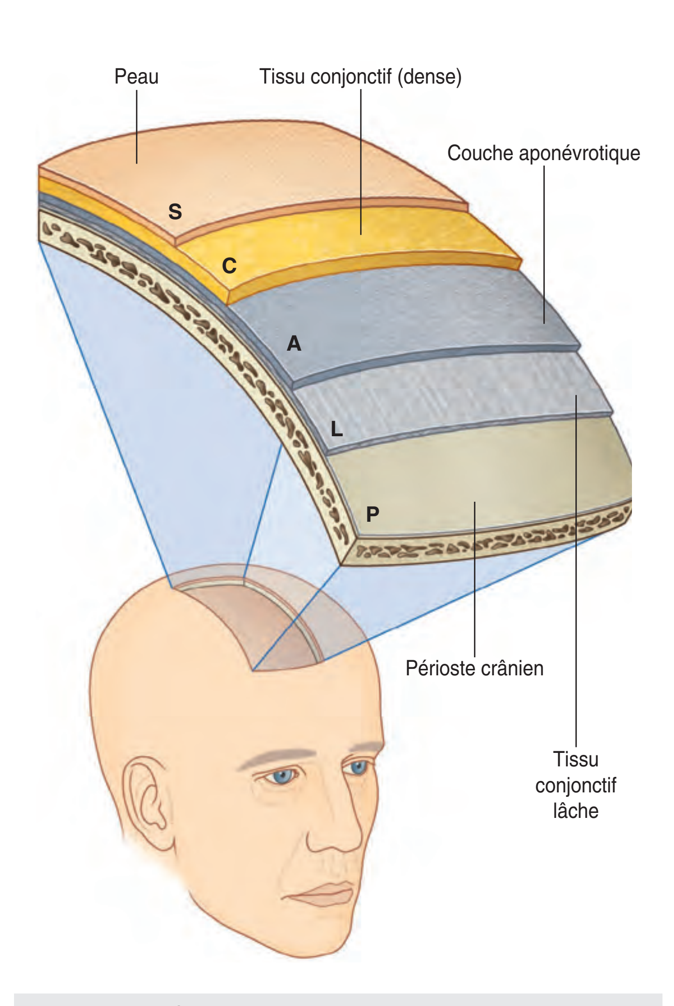


Figure 8.70 Scalp.

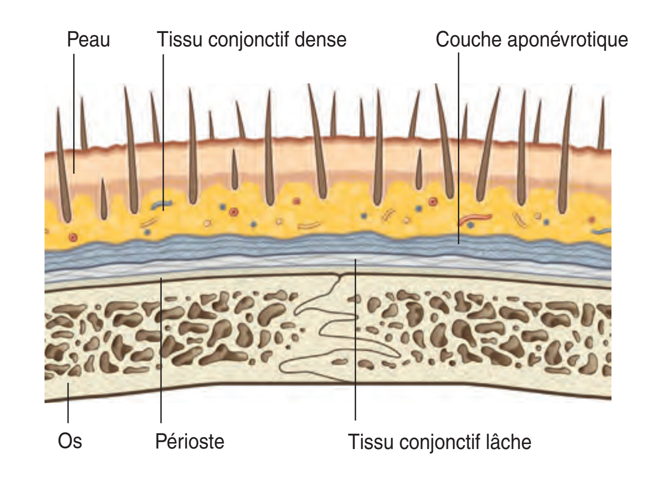


Figure 8.71 Les couches du scalp.

conjonctif dense de la deuxième couche, cette couche est formée par le muscle occipitofrontal, qui a un chef frontal en avant, un chef occipital en arrière, et un tendon aponévrotique – l'**aponévrose épicrânienne** (**galéa aponévrotique**) – qui réunit les deux (fig. 8.72).

Le chef frontal de l'occipitofrontal débute en avant où il est attaché à la peau des sourcils. Il se dirige en haut, traverse le front, pour se continuer par un tendon aponévrotique.

En arrière, chaque chef occipital provient de la partie latérale de la ligne nuchale supérieure de l'os occipital et de la partie mastoïdienne de l'os temporal. Il se dirige aussi en haut pour s'unir au tendon aponévrotique.

Le muscle occipitofrontal mobilise le scalp, plisse le front et élève les sourcils. Le chef frontal est innervé par des rameaux temporaux du nerf facial (VII), et le chef postérieur par le rameau auriculaire postérieur.

Tissu conjonctif lâche

Une couche de tissu conjonctif sépare la couche aponévrotique du périoste et facilite le mouvement du scalp sur la calvaria (fig. 8.70 et fig. 8.72). Du fait de sa consistance, les infections tendent à se localiser et à s'étendre dans le tissu conjonctif lâche.

Périoste (pericranium)

Le périoste est la couche la plus profonde du scalp et recouvre la surface périphérique de la calvaria. Il est attaché aux os de la calvaria, mais peut en être séparé, sauf dans les zones de suture.

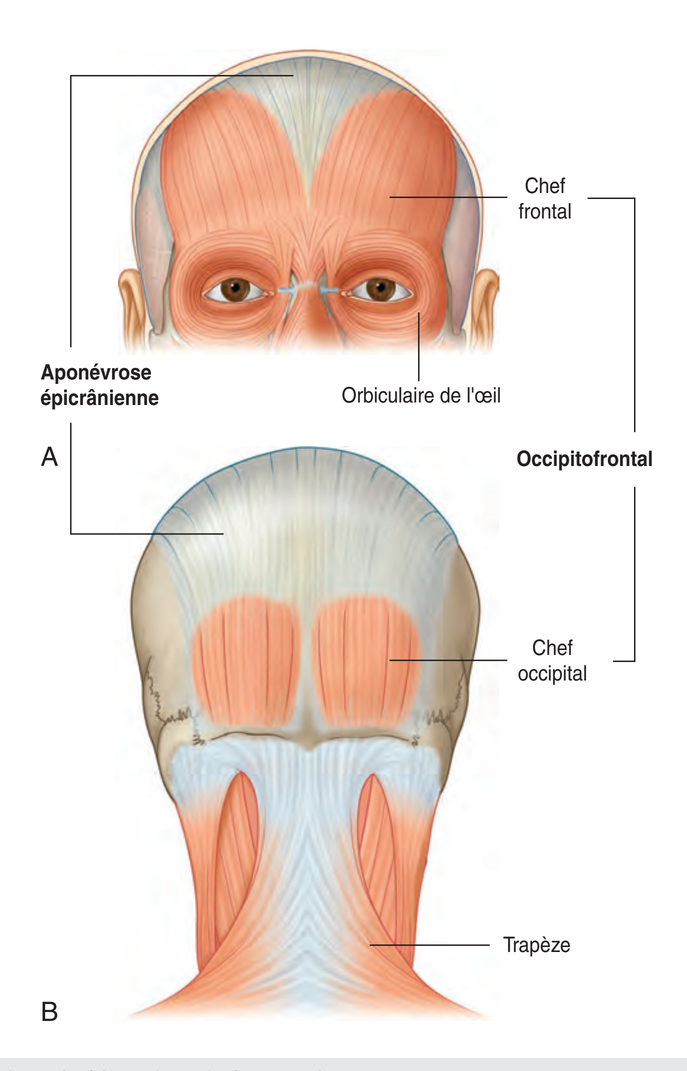


Figure 8.72 Muscle occipitofrontal. **A.** Chef frontal. **B.** Chef occipital.

Innervation

L'innervation sensitive du scalp provient de deux sources principales, des nerfs crâniens ou des nerfs cervicaux, selon la zone considérée, antérieure ou postérieure par rapport aux auricules et au vertex (fig. 8.73). Le muscle occipitofrontal est innervé par des rameaux du nerf facial (VII).

En avant des auricules et du vertex

Les rameaux du nerf trijumeau (V) innervent le scalp situé en avant des auricules et du vertex (fig. 8.73). Ces rameaux sont les nerfs supratrochléaire, supraorbitaire, zygomaticotemporal et auriculotemporal.

- Le **nerf supratrochléaire** sort de l'orbite, passe à travers le muscle frontal, continue vers le haut à travers le front, et innerve la partie verticale antérieure de la région frontale près de la ligne médiane.
- Le **nerf supraorbitaire** sort de l'orbite par l'incisure ou foramen supraorbitaire, passe à travers le muscle frontal, continue en haut dans le scalp jusqu'au vertex de la tête.
- Le **nerf zygomaticotemporal** sort du crâne par un foramen de l'os zygomatique et innerve le scalp sur une petite zone antérieure de la tempe.
- Le **nerf auriculotemporal** sort du crâne, à la face profonde de la glande parotide, passe juste en avant de l'auricule, continue vers le haut devant l'auricule presque jusqu'au vertex de la tête, et innerve le scalp de la région temporale et en avant de l'auricule juste à proximité du vertex.

En arrière des auricules et du vertex

En arrière des auricules et du vertex, l'innervation sensitive du scalp est apportée par le plexus cervical, en particulier

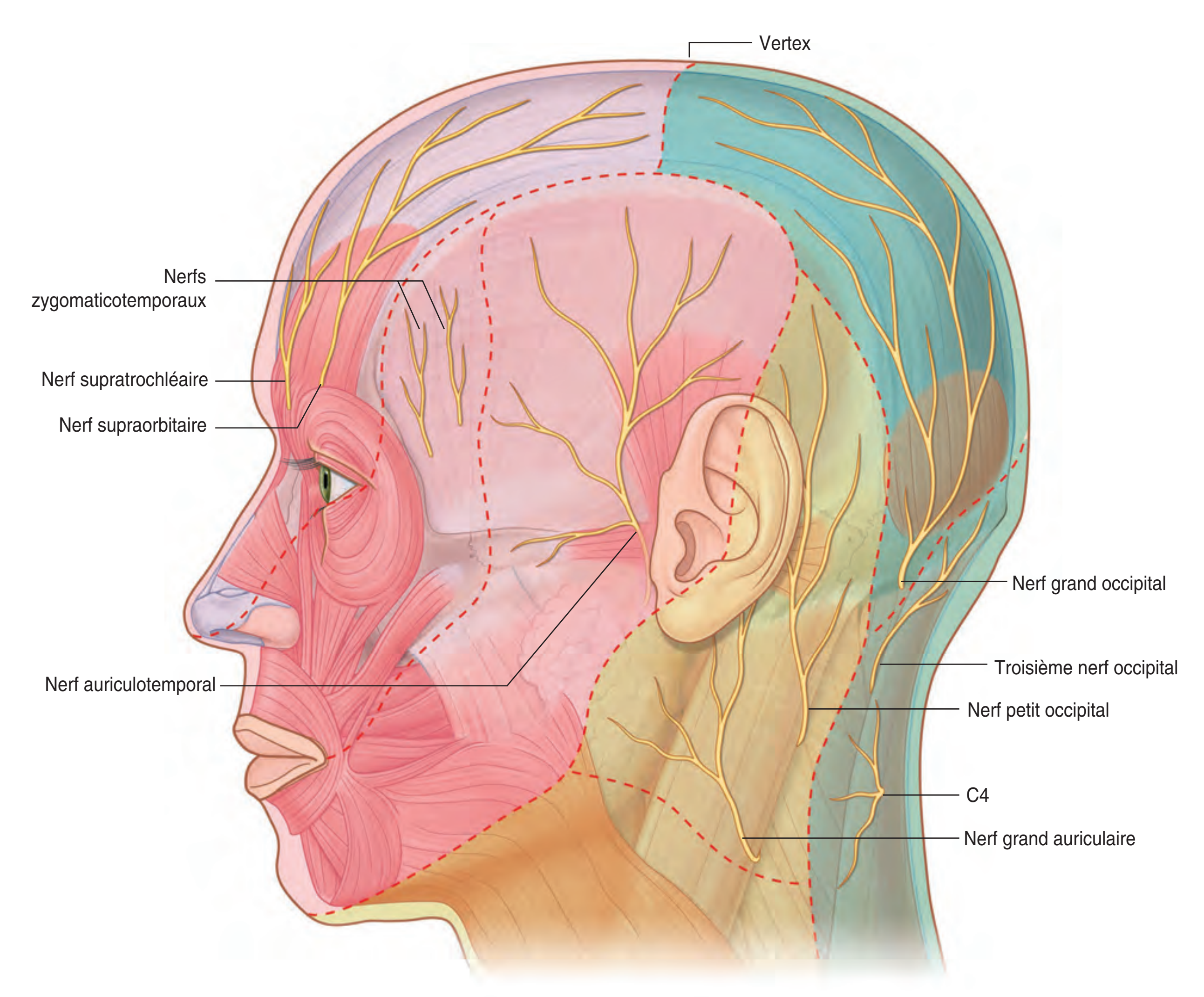


Figure 8.73 Innervation du scalp.

par les rameaux des niveaux médullaires C2 et C3 (fig. 8.73). Ces rameaux sont les nerfs grand auriculaire, petit occipital, grand occipital et troisième nerf occipital.

- Le **nerf grand auriculaire** est un rameau du plexus cervical, qui provient des rameaux antérieurs des nerfs spinaux C2 et C3, monte le long de la surface du muscle sternocléidomastoïdien, pour innerver une petite zone du scalp juste en arrière de l'auricule.
- Le **nerf petit occipital** est aussi un rameau du plexus cervical, qui provient du rameau antérieur du nerf spinal C2, monte le long du bord postérieur du sternocléidomastoïdien, et innerve une zone du scalp située en arrière et au-dessus de l'auricule.
- Le **nerf grand occipital**, issu du rameau postérieur du nerf spinal C2, émerge juste en dessous du muscle oblique inférieur de la tête, monte à la surface du triangle suboccipital, traverse les muscles semiépineux de la tête et trapèze, et se divise pour innerver une large part du scalp postérieur et supérieur jusqu'au vertex.
- Le **troisième nerf occipital** est issu du rameau postérieur du nerf spinal C3, qui traverse les muscles semiépineux de la tête et trapèze, et innerve une petite zone de la partie inférieure du scalp.

Vaisseaux

Artères

Les artères qui vascularisent le scalp (fig. 8.74) sont des branches de l'artère carotide externe ou de l'artère ophtalmique, qui est une branche de l'artère carotide interne.

Figure 8.74 Vascularisation du scalp.

Branches de l'artère ophtalmique

Les artères supratrochléaires et supraorbitaires vascularisent les parties antérieure et supérieure du scalp. Elles naissent de l'artère ophtalmique dans l'orbite, cheminent dans l'orbite dont elles sortent vers le front en accompagnant les nerfs supratrochléaire et supraorbitaire. Comme les nerfs, les artères montent en travers du front pour vasculariser le scalp en arrière jusqu'au vertex de la tête.

Branches de l'artère carotide externe

Les branches issues de l'artère carotide externe vascularisent la plus grande partie du scalp : les artères temporale superficielle, auriculaire postérieure, et occipitale vascularisent les faces latérale et postérieure du scalp (fig. 8.74) :

- la plus petite branche (l'**artère auriculaire postérieure**) naît de la face postérieure de l'artère carotide externe, traverse les structures profondes, et apparaît pour vasculariser la zone de scalp située en arrière de l'auricule ;
- également issue de la face postérieure de l'artère carotide externe, l'**artère occipitale** monte en direction postérieure, traverse plusieurs couches musculaires postérieures, et émerge pour vasculariser une large part de la face postérieure du scalp ;
- la troisième branche artérielle qui vascularise le scalp est l'**artère temporale superficielle**, branche terminale de l'artère carotide externe, qui se dirige en haut, passe juste en avant de l'auricule, se divise en branches antérieure et postérieure, et vascularise presque toute la face latérale du scalp.

Veines

Les veines qui drainent le scalp suivent une disposition similaire à celle des artères :

- les **veines supratrochléaire** et **supraorbitaire** drainent la partie antérieure du scalp, depuis les arcades sourcilières jusqu'au vertex de la tête (fig. 8.74), passent sous les arcades sourcilières, s'anastomosent avec les veines ophtalmiques dans l'orbite, et continuent en bas pour participer à la formation de la veine angulaire, qui est une afférence supérieure de la veine faciale ;
- la **veine temporale superficielle** draine toute la face latérale du scalp avant de se diriger en bas pour participer à la formation de la veine rétromandibulaire ;
- la **veine auriculaire postérieure** draine la zone du scalp située en arrière de l'auricule et se jette finalement dans un affluent de la veine rétromandibulaire ;
- la **veine occipitale** draine la face postérieure du scalp, depuis la protubérance occipitale externe et les lignes nuchales supérieures jusqu'au vertex de la tête ; plus profondément, elle traverse la musculature postérieure du cou pour contribuer à la formation du plexus veineux du triangle suboccipital.

En clinique

Plaie du scalp

Le scalp a une vascularisation extrêmement riche, issue des artères carotides externes, ce qui explique que les plaies du scalp soient très hémorragiques. Il est important de constater que le saignement du scalp est de manière prédominante artériel, pour deux raisons. Premièrement, du fait de la position érigée, la pression veineuse est très faible. Deuxièmement, les vaisseaux ne se rétractent pas et ne s'oblitèrent pas lorsqu'ils sont déchirés car le tissu conjonctif qui les entoure les maintient ouverts.

Drainage lymphatique

Le drainage lymphatique du scalp suit en général la distribution artérielle.

Les lymphatiques de la région occipitale se drainent initialement dans les nœuds lymphatiques situés près de l'insertion du muscle trapèze à la base du crâne (fig. 8.75). Par la suite, le long de leur trajet, les nœuds lymphatiques occipitaux se drainent dans les nœuds lymphatiques cervicaux profonds. Il

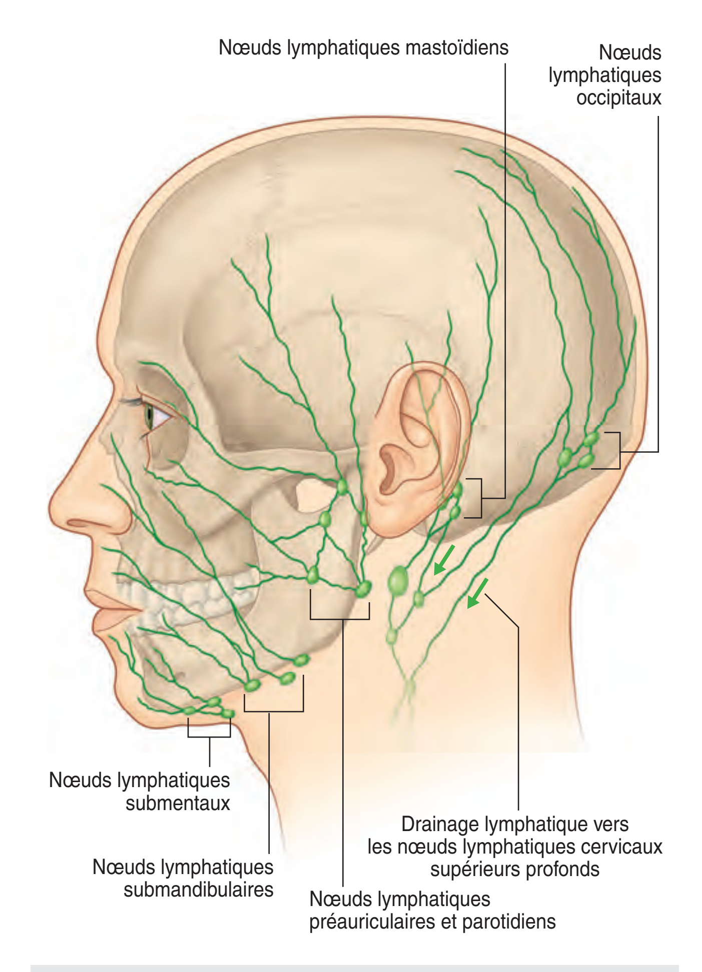


Figure 8.75 Drainage lymphatique du scalp.

existe aussi un drainage direct de cette partie du scalp vers les nœuds lymphatiques profonds supérieurs cervicaux.

Les lymphatiques de la partie supérieure du scalp se drainent dans deux directions :

- en arrière du vertex de la tête, ils se drainent vers les **nœuds lymphatiques mastoïdiens** (rétroauriculaires/auriculaires postérieurs), en arrière de l'auricule, près de la partie mastoïdienne de l'os temporal, et les vaisseaux efférents de ces nœuds lymphatiques se drainent dans des nœuds lymphatiques cervicaux supérieurs profonds ;
- en avant du vertex de la tête, ils se drainent vers les nœuds lymphatiques préauriculaires et parotidiens en avant de l'auricule et en superficie de la glande parotide.

Enfin, il peut exister un drainage lymphatique du front vers les nœuds lymphatiques submandibulaires à travers des vaisseaux efférents qui suivent l'artère faciale.

ORBITE

Les orbites sont des structures bilatérales de la partie supérieure de la face situées sous la fosse crânienne antérieure et en avant de la fosse crânienne moyenne, qui contiennent le bulbe oculaire, le nerf optique, les muscles extraoculaires, l'appareil lacrymal, du tissu adipeux, un fascia, et les nerfs et vaisseaux destinés à ces structures.

Orbite osseuse

Sept os participent à l'architecture de chaque orbite (fig. 8.76). Ce sont les os maxillaire, zygomatique, frontal, ethmoïde, lacrymal, sphénoïde et palatin. Ensemble, ils confèrent à l'orbite une forme de pyramide, dont la base s'ouvre en avant au niveau de la face, et dont le sommet s'étend en direction postéromédiale. La configuration de l'orbite conduit à décrire des parois médiale, latérale, supérieure et inférieure.

Le sommet de cette cavité osseuse orbitaire pyramidale est le foramen optique, alors que la base (le cadre orbitaire) est formée :

- en haut, par l'os frontal ;
- en dedans, par le processus frontal de l'os maxillaire ;
- en bas, par le processus zygomatique de l'os maxillaire et l'os zygomatique ;
- latéralement, par l'os zygomatique, le processus frontal de l'os zygomatique, et le processus zygomatique de l'os frontal.

Toit

Le **toit (paroi supérieure**) de l'orbite est formé par la partie orbitaire de l'os frontal avec une petite contribution de l'os sphénoïde (fig. 8.76). Cette fine lame osseuse sépare

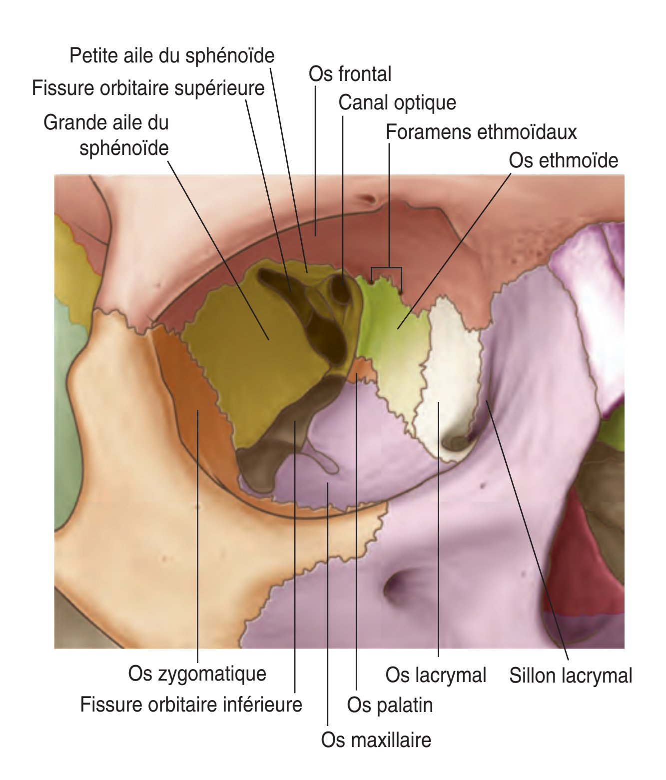


Figure 8.76 Os de l'orbite.

le contenu de l'orbite du cerveau dans la fosse crânienne antérieure.

Certains éléments sont propres à la paroi supérieure :

- en avant et en dedans, le toit sépare l'orbite du sinus frontal, et présente la fossette trochléaire, pour l'insertion de la poulie (trochlée) dans laquelle passe le muscle oblique supérieur ;
- en avant et en dehors, il existe une dépression (la fosse lacrymale) pour la partie orbitaire de la glande lacrymale.

En arrière, la petite aile de l'os sphénoïde complète le toit.

Paroi médiale

Les **parois médiales** des deux cavités orbitaires osseuses sont parallèles et constituées chacune de quatre os : les os maxillaire, lacrymal, ethmoïde et sphénoïde (fig. 8.76).

L'os qui contribue le plus à la paroi médiale est la lame orbitaire de l'os ethmoïde. Cette partie de l'os ethmoïde contient des cellules aériques, qui sont visibles sur l'os sec.

De même, à la jonction entre le toit et la paroi médiale, habituellement associée à la suture fronto-ethmoïdale, les **foramens ethmoïdaux antérieur** et **postérieur** sont visibles. Les nerfs et les vaisseaux ethmoïdaux antérieur et postérieur quittent l'orbite à travers ces orifices.

En avant de l'os ethmoïde se situe le petit os lacrymal, et la partie antérieure de la paroi médiale est complétée par le

processus frontal de l'os maxillaire. Ces deux os participent à la formation de la **fosse du sac lacrymal**, qui contient le sac lacrymal et est limitée par la **crête lacrymale postérieure** (partie de l'os lacrymal) et la **crête lacrymale antérieure** (partie du maxillaire).

En arrière de l'os ethmoïde, la paroi médiale est complétée par une petite partie de l'os sphénoïde, qui forme une partie de la paroi médiale du canal optique.

Plancher

Le **plancher (paroi inférieure)** de l'orbite, qui est aussi le toit du sinus maxillaire, est principalement formé de la surface orbitaire du maxillaire (fig. 8.76), avec de petites contributions des os zygomatique et palatin.

La fissure orbitaire inférieure commence en arrière et continue le long de la limite latérale du plancher de l'orbite. En regard de l'extrémité antérieure de la fissure, l'os zygomatique complète le plancher osseux de l'orbite.

En arrière, le processus orbitaire de l'os palatin participe par une petite surface à la constitution du plancher de l'orbite à la jonction des os maxillaire, ethmoïde et sphénoïde.

Paroi latérale

La **paroi latérale** de la cavité osseuse de l'orbite est formée par deux os : en avant, l'os zygomatique, et en arrière, la grande aile de l'os sphénoïde (fig. 8.76). La fissure orbitaire supérieure est située entre la grande aile et la petite aile du sphénoïde qui participe au toit de l'orbite.

En clinique

Fracture de l'orbite

Les fractures de l'orbite ne sont pas rares et peuvent concerner les rebords orbitaires et être propagées aux os maxillaire, frontal et zygomatique. Ces fractures sont souvent une partie de fractures complexes de la face. Les fractures dans la cavité orbitaire se situent souvent dans le plancher ou la paroi médiale ; cependant, des fractures de la paroi supérieure ou de la paroi latérale peuvent être rencontrées. Les fractures du plancher de l'orbite font partie des lésions les plus fréquentes. Ces fractures peuvent incarcérer le muscle oblique inférieur et les tissus voisins dans le trait de fracture. Dans ce cas, les patients peuvent présenter un déficit de l'excursion du regard vers le haut (diplopie supérieure) au niveau de l'œil concerné. Les fractures de la paroi médiale présentent typiquement de l'air dans la cavité orbitaire sur les radiographies. Cela est dû à une fracture du labyrinthe ethmoïdal, mettant en continuité directe la cavité orbitaire et les sinus ethmoïdaux paranasaux. À l'occasion, le patient peut signaler une sensation de lourdeur dans l'orbite lorsqu'il se mouche.

Paupières

Les paupières supérieure et inférieure sont des structures qui, lorsqu'elles sont closes, protègent la surface du bulbe oculaire.

L'espace situé entre les paupières, lorsqu'elles sont ouvertes, est la **fente palpébrale**.

Les paupières sont constituées de différentes couches : d'avant en arrière, la peau, le tissu sous-cutané, le muscle volontaire, le septum orbitaire, le tarse et la conjonctive (fig. 8.77).

Les paupières supérieure et inférieure sont semblables dans leur structure de base, mais différentes par l'addition de deux muscles dans la paupière supérieure.

Peau et tissu sous-cutané

La peau des paupières n'est pas particulièrement épaisse et il n'y a qu'une fine couche de tissu conjonctif de séparation entre la peau et le muscle volontaire sous-jacent (fig. 8.77). La fine couche de tissu conjonctif et son organisation lâche sont à l'origine de l'accumulation de liquide (sang) en cas de traumatisme.

Muscle orbiculaire de l'œil

Les fibres musculaires rencontrées en direction antéropostérieure dans la paupière appartiennent à la **partie palpébrale** de l'**orbiculaire de l'œil** (fig. 8.77). Ce muscle est une partie du muscle orbiculaire de l'œil, qui est formé de deux parties : une **partie orbitaire**, qui entoure l'orbite, et une partie palpébrale, située dans les paupières. L'orbiculaire de l'œil est innervé par le nerf facial (VII) et ferme les paupières.

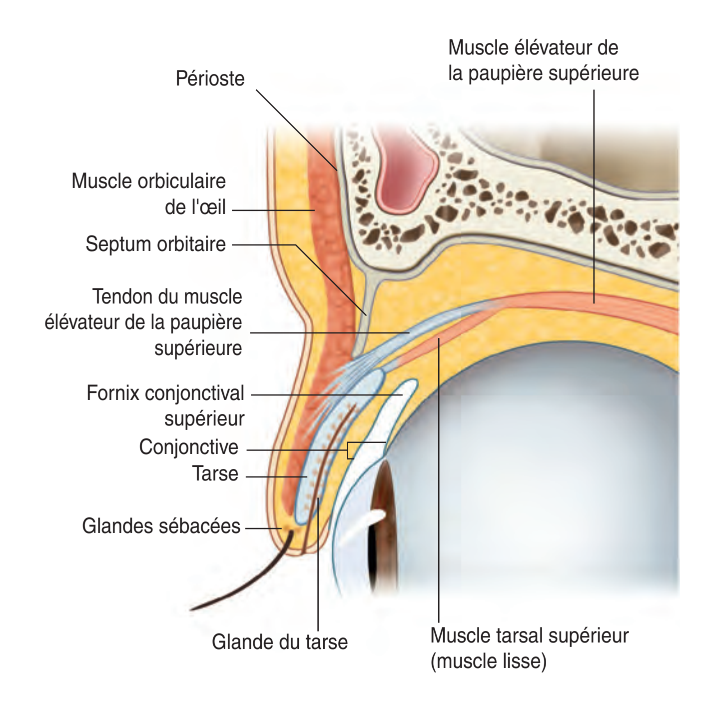


Figure 8.77 Paupières.



La partie palpébrale est fine et attachée en dedans par le **ligament palpébral médial** (fig. 8.78), qui s'insère sur la crête lacrymale antérieure, et tendue latéralement avec des fibres du muscle qui s'étendent de la paupière inférieure au **ligament palpébral latéral** (fig. 8.78).

Une troisième partie du muscle orbiculaire de l'œil est formée par des fibres du bord médial, qui passent en profondeur pour s'insérer sur la crête lacrymale postérieure. Ces fibres forment la partie lacrymale du muscle orbiculaire de l'œil, qui peut être concernée par le drainage des larmes.

Septum orbitaire

En profondeur par rapport à la partie palpébrale de l'orbiculaire de l'œil, une extension du périoste naît du rebord orbitaire et s'étend entre les paupières supérieure et inférieure (fig. 8.79). C'est le **septum orbitaire**, qui s'étend vers le bas dans la paupière supérieure et vers le haut dans la paupière inférieure, en continuité avec le périoste à l'extérieur et à l'intérieur de l'orbite (fig. 8.79). Le septum orbitaire s'attache au tendon du muscle élévateur de la paupière supérieure dans la paupière supérieure et au tarse dans la paupière inférieure.

Tarse et muscle élévateur de la paupière supérieure

Le tarse constitue l'armature fibreuse de chaque paupière (fig. 8.80). Il y a un grand **tarse supérieur** dans la paupière supérieure et un plus petit **tarse inférieur** dans la paupière inférieure (fig. 8.80). Ces lames de tissu conjonctif dense sont attachées en dedans à la crête lacrymale antérieure du maxillaire par le ligament palpébral médial, et en dehors sur le tubercule orbitaire de l'os zygomatique par le ligament palpébral latéral.

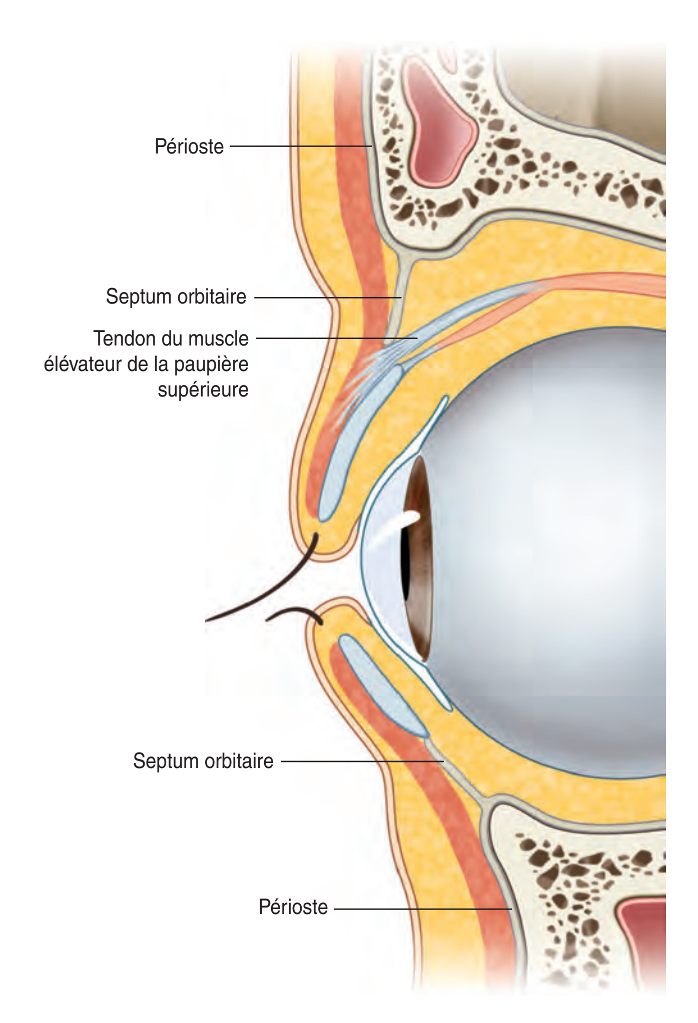


Figure 8.79 Septum orbitaire.

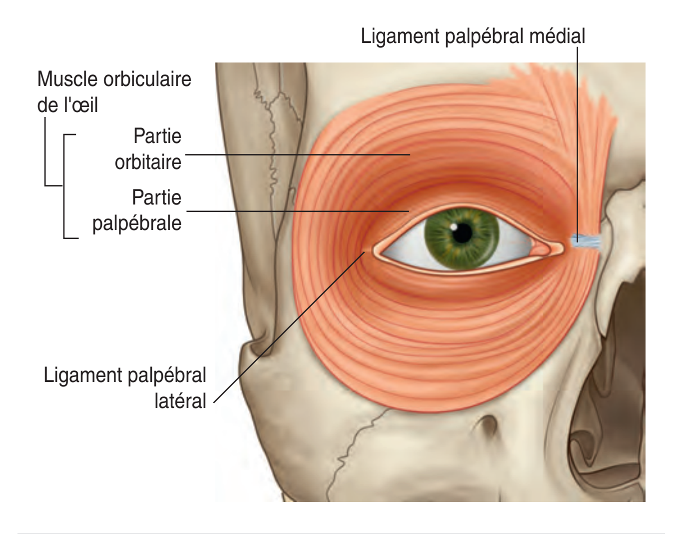


Figure 8.78 Muscle orbiculaire de l'œil.

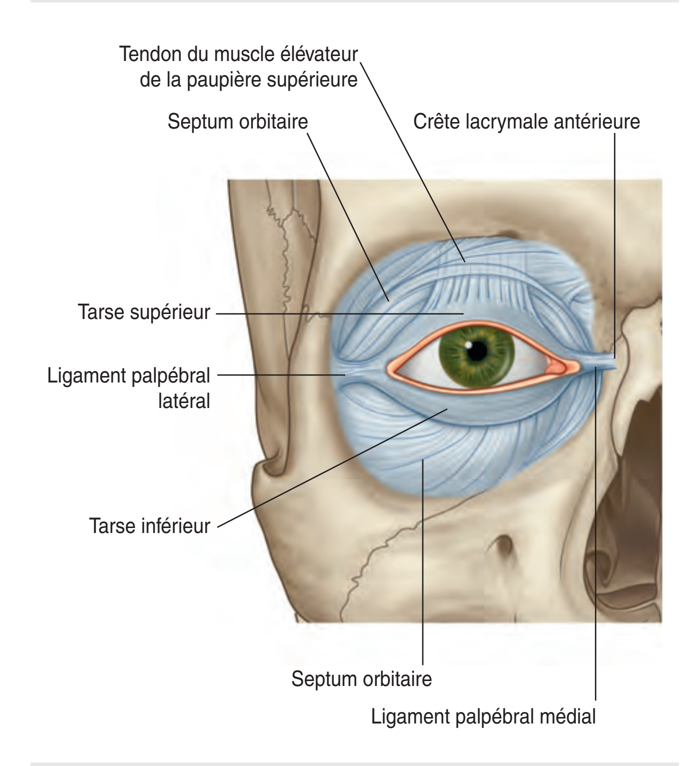


Figure 8.80 Lames tarsales.

Malgré la structure et la fonction globalement similaires des lames tarsales dans les paupières supérieure et inférieure, il existe une différence spécifique. Le muscle **élévateur de la paupière supérieure** est associé au tarse dans la paupière supérieure (fig. 8.80), et attire en haut la paupière. Il naît de la partie postérieure du toit de l'orbite, juste au-dessus du foramen optique, et se termine à la surface antérieure du tarse supérieur, et peut aussi abandonner quelques fibres à la peau de la paupière supérieure. Il est innervé par le nerf oculomoteur (III).

Un groupe de fibres musculaires lisses accompagne le muscle élévateur de la paupière supérieure en passant de la face inférieure de l'élévateur au bord supérieur du tarse supérieur (voir fig. 8.77). Ces fibres constituent le muscle **tarsal supérieur**, qui est innervé par les fibres sympathiques postganglionnaires du ganglion cervical supérieur.

Le déficit du muscle élévateur de la paupière supérieure ou du muscle tarsal supérieur provoque un ptosis ou chute de la paupière supérieure.

Conjonctive

La structure de la paupière est complétée par une fine membrane (la **conjonctive**), qui tapisse la face postérieure de chaque paupière (voir fig. 8.77). Cette membrane couvre toute l'étendue de la face postérieure de chaque paupière avant de se réfléchir au contact de la surface externe (la **sclère**) de chaque bulbe oculaire. Elle s'attache au bulbe à la jonction entre la sclère et la cornée. Du fait de cette disposition, un **sac conjonctival** est formé lorsque les paupières sont closes, et les extensions supérieure et inférieure de ce sac délimitent le **fornix conjonctival supérieur** et le **fornix conjonctival inférieur** (fig. 8.77).

Glandes

Les glandes tarsales sont incluses dans les lames tarsales (voir fig. 8.77), dans l'épaisseur du bord libre de chaque paupière. Ces glandes sont des glandes sébacées modifiées qui sécrètent une substance huileuse qui augmente la viscosité des larmes et diminue le taux d'évaporation des larmes à la surface du bulbe oculaire. Le blocage de la sécrétion et l'inflammation de l'une de ces glandes forment un **orgelet** sur le bord de la paupière.

Les glandes tarsales ne sont pas les seules glandes présentes dans les paupières. Des glandes sébacées et sudoripares sont associées aux follicules des cils (voir fig. 8.77). L'obstruction et l'inflammation d'une glande tarsale forment un **chalazion**, qui se situe à la face interne de la paupière.

Vaisseaux

La vascularisation artérielle des paupières provient de nombreux vaisseaux de cette zone (fig. 8.81). Elle associe :

- les artères supratrochléaire, supraorbitaire, lacrymale, et dorsale du nez, issues de l'artère ophtalmique ;
- l'artère angulaire, branche de l'artère faciale ;
- l'artère transverse de la face, branche de l'artère temporale superficielle ;
- des branches de l'artère temporale superficielle elle-même.

Le drainage veineux suit un réseau externe de veines associées aux diverses artères et un réseau interne développé dans l'orbite par des connexions avec des veines ophtalmiques.

Le drainage lymphatique suit principalement les nœuds lymphatiques parotidiens, avec un drainage possible du coin médial de l'œil par les vaisseaux lymphatiques associés aux artères angulaire et faciale et destinés aux nœuds lymphatiques submandibulaires.

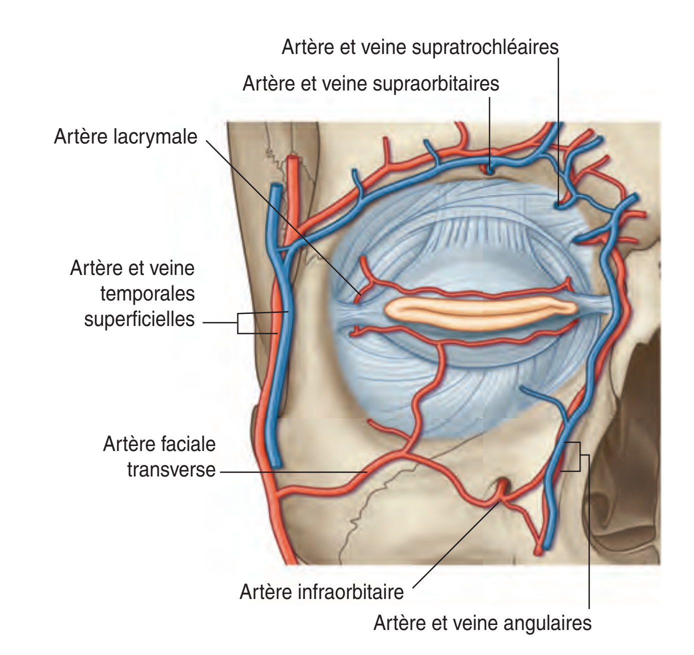


Figure 8.81 Vascularisation des paupières.



Innervation

L'innervation des paupières comprend des composants sensitifs et moteurs.

Les nerfs sensitifs sont tous des rameaux du nerf trijumeau (V) (fig. 8.82). Les rameaux palpébraux proviennent :

- des rameaux supraorbitaire, supratrochléaire, infratrochléaire et lacrymal du nerf ophtalmique (V_1) ;
- du rameau infraorbitaire du nerf maxillaire (V_2).

L'innervation motrice provient :

- du nerf facial (VII), qui innerve la partie palpébrale de l'orbiculaire de l'œil ;
- du nerf oculomoteur (III), qui innerve l'élévateur de la paupière supérieure ;
- des fibres sympathiques, qui innervent le muscle supérieur du tarse.

Le déficit de l'innervation de l'orbiculaire de l'œil par le nerf facial (VII) provoque l'impossibilité de fermer complètement les paupières, et l'affaissement de la paupière inférieure laisse couler les larmes.

Le déficit de l'innervation de l'élévateur de la paupière supérieure par le nerf oculomoteur provoque l'impossibilité d'ouvrir la paupière supérieure volontairement, et entraîne un ptosis complet.

Le déficit de l'innervation du muscle tarsal supérieur par les fibres sympathiques provoque un ptosis partiel constant.

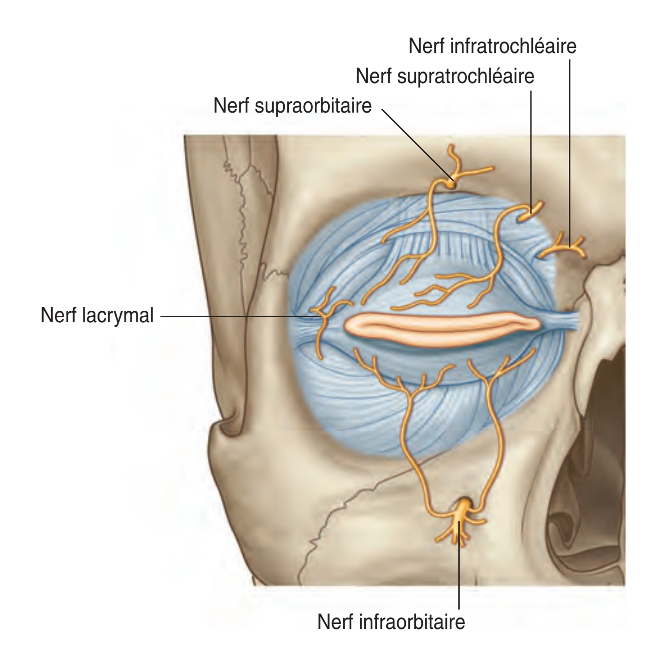


Figure 8.82 Innervation des paupières.

En clinique

Syndrome de Claude Bernard-Horner

Le syndrome de Claude Bernard-Horner est provoqué par toute lésion du système sympathique dans la tête. Il est caractérisé par trois : signes essentiels :

- une constriction de la pupille due à la paralysie du muscle dilatateur de la pupille ;
- un ptosis partiel (chute de la paupière supérieure) dû à la paralysie du muscle tarsal supérieur ;
- une sécheresse cutanée de l'hémiface homolatérale et du cou due à l'absence de l'innervation des glandes sudoripares.

Des modifications secondaires peuvent aussi inclure :

- une vasodilatation homolatérale due à la perte du contrôle normal sympathique des vaisseaux sanguins sous-cutanés ;
- une énophtalmie (enfoncement du bulbe oculaire), attribuée aux effets de la paralysie du muscle orbitaire, bien que ceux-ci soient considérés comme des symptômes peu communs dans le syndrome de Claude Bernard-Horner.

Le muscle orbitaire recouvre la fissure orbitaire inférieure et contribue à maintenir la position antérieure du contenu orbitaire.

La cause la plus commune du syndrome de Claude Bernard-Horner est une tumeur de l'apex pulmonaire envahissant ou comprimant le ganglion cervicothoracique.

Syndrome de Claude Bernard-Horner chirurgical

Un syndrome de Claude Bernard-Horner chirurgical peut être rendu nécessaire chez des patients qui souffrent d'une hyperhidrose sévère (hypertranspiration). Le dérèglement est souvent si important que les patients restent confinés chez eux pour cacher leur gêne. Le traitement est relativement simple. Le patient est anesthésié et un tube endotrachéal bifurqué est placé dans les bronches principales droite et gauche. Une petite incision est faite dans l'espace intercostal du côté approprié, et un pneumothorax induit est créé chirurgicalement. Le patient est ventilé dans le poumon controlatéral.

L'utilisation d'un endoscope permet de voir l'apex de la cavité thoracique et d'identifier le ganglion cervicothoracique. Le traitement sera la thermocoagulation ou l'excision chirurgicale. Lorsque le ganglion a été détruit, l'endoscope est enlevé, le poumon est à nouveau insufflé, et l'orifice est suturé.

Appareil lacrymal

L'appareil lacrymal intervient dans la production, le mouvement et le drainage du liquide à la surface du bulbe oculaire. Il est constitué de la **glande lacrymale** et de ses canaux, le **canalicule lacrymal**, le **sac lacrymal** et le **conduit lacrymonasal**.

La glande lacrymale est en situation antérieure dans la région supérolatérale de l'orbite (fig. 8.83), et est divisée en deux parties par l'élévateur de la paupière supérieure (fig. 8.84) :

- la plus grande partie, la **partie orbitaire**, est située dans une dépression de l'os frontal, la fosse de la glande lacrymale ;
- la plus petite partie, la **partie palpébrale**, est sous l'élévateur de la paupière supérieure dans la partie supérolatérale de la paupière.

De nombreux canaux vident les sécrétions glandulaires dans la partie latérale du fornix supérieur de la conjonctive.

Les liquides sécrétés en permanence par la glande lacrymale traversent la surface du bulbe oculaire de dehors en dedans avec les battements palpébraux.

Le liquide s'accumule en dedans dans le **lac lacrymal** et est drainé du lac dans les canalicules lacrymaux, un canalicule étant associé à chaque paupière (fig. 8.83). Le **point lacrymal** est l'ouverture par laquelle le liquide entre dans chaque canalicule.

En se dirigeant en dedans, les canalicules lacrymaux peuvent s'unir pour entrer dans le sac lacrymal entre les crêtes lacrymales antérieure et postérieure, en arrière du ligament palpébral médial et en avant de la partie lacrymale du muscle orbiculaire de l'œil (fig. 8.85 et fig. 8.86). Lorsque le muscle orbiculaire de l'œil se contracte au cours de l'occlusion palpébrale, le « clignement », la petite partie lacrymale du muscle peut dilater le sac lacrymal et y attirer les larmes à travers les canalicules du sac conjonctival.

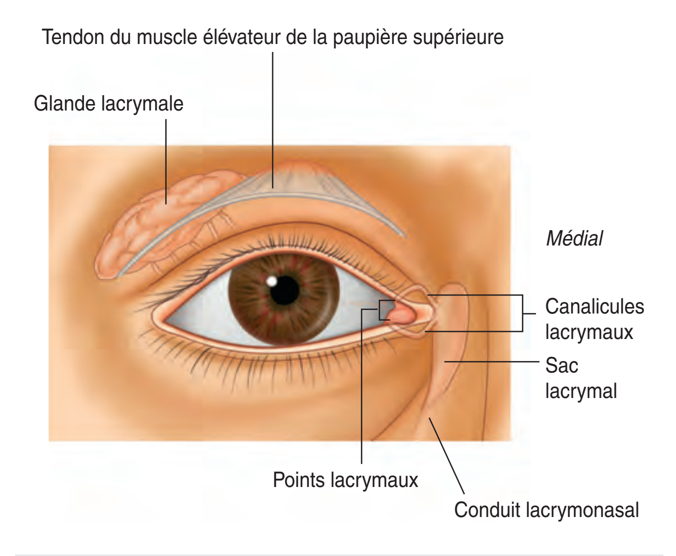


Figure 8.83 Glande lacrymale, vue antérieure.

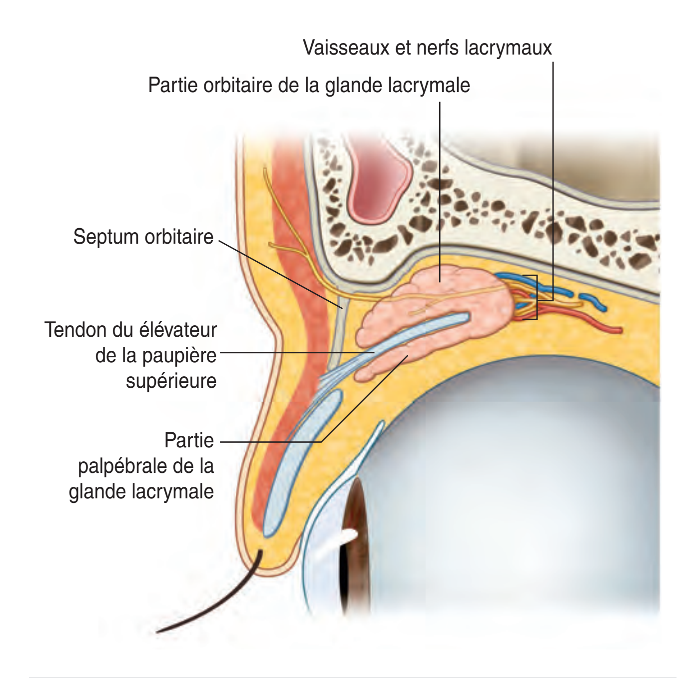


Figure 8.84 Glande lacrymale et élévateur de la paupière supérieure.

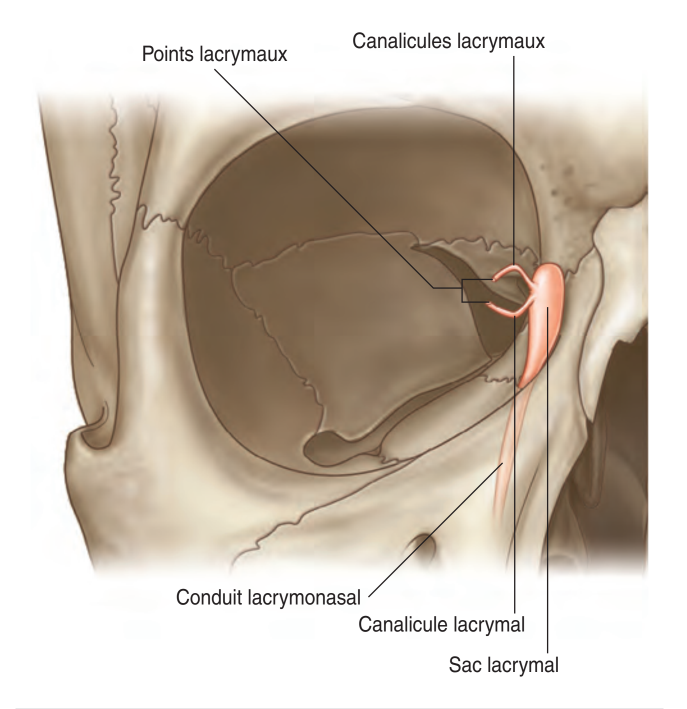


Figure 8.85 Formation du sac lacrymal.

Innervation

L'innervation de la glande lacrymale comporte trois différents composants (fig. 8.87).

Innervation sensitive

Les neurones sensitifs de la glande lacrymale gagnent le système nerveux central (SNC) par le rameau lacrymal du nerf ophtalmique (V_1).

Innervation sécrétomotrice (parasympathique)

Les fibres sécrétomotrices de la partie parasympathique du système nerveux périphérique (SNP) autonome stimulent la sécrétion liquidienne de la glande lacrymale. Ces neurones parasympathiques préganglionnaires quittent le SNC avec le nerf facial (VII), pénètrent dans le nerf grand pétreux (rameau du nerf facial [VII]), et continuent avec ce nerf jusqu'à former le **nerf du canal ptérygoïdien** (fig. 8.87).

Le nerf du canal ptérygoïdien entre finalement dans le ganglion ptérygopalatin, où se réalise la synapse entre les neurones parasympathiques préganglionnaires et les neurones parasympathiques postganglionnaires. Les neurones postganglionnaires gagnent le nerf maxillaire (V_2) et continuent avec lui jusqu'à l'émergence du nerf zygomatique, puis cheminent ensuite avec le nerf zygomatique jusqu'à ce que celui-ci donne le nerf zygomaticotemporal, qui distribue les fibres parasympathiques postganglionnaires par un petit rameau qui s'unit au nerf lacrymal. Le nerf lacrymal gagne la glande lacrymale.

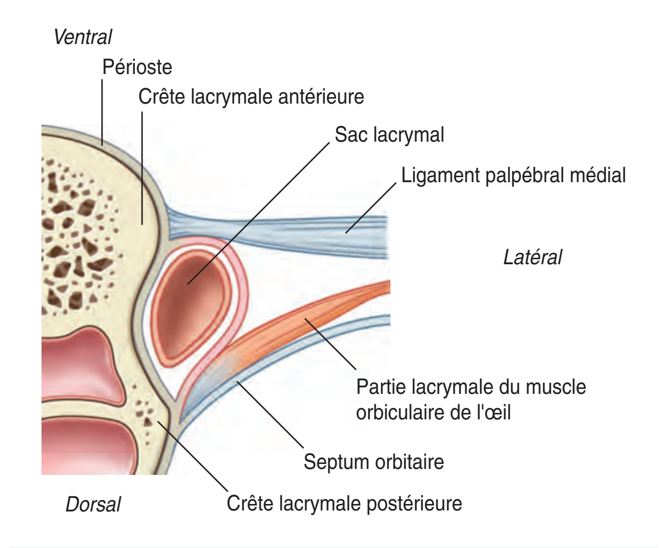


Figure 8.86 Position du sac lacrymal.

Innervation sympathique

L'innervation sympathique de la glande lacrymale suit une distribution semblable à celle de l'innervation parasympathique. Les fibres sympathiques postganglionnaires, nées dans le ganglion cervical supérieur, cheminent le long du plexus qui entoure l'artère carotide interne (fig. 8.87). Elles quittent ce plexus en formant le nerf pétreux profond qui s'unit aux fibres parasympathiques dans le nerf du canal ptérygoïdien. En traversant le ganglion ptérygopalatin, les fibres sympathiques se dirigent à partir de ce point en suivant la même voie que les fibres parasympathiques vers la glande lacrymale.

Vaisseaux

La vascularisation artérielle de la glande lacrymale est assurée par des branches de l'artère ophtalmique, et le drainage veineux par les veines ophtalmiques.

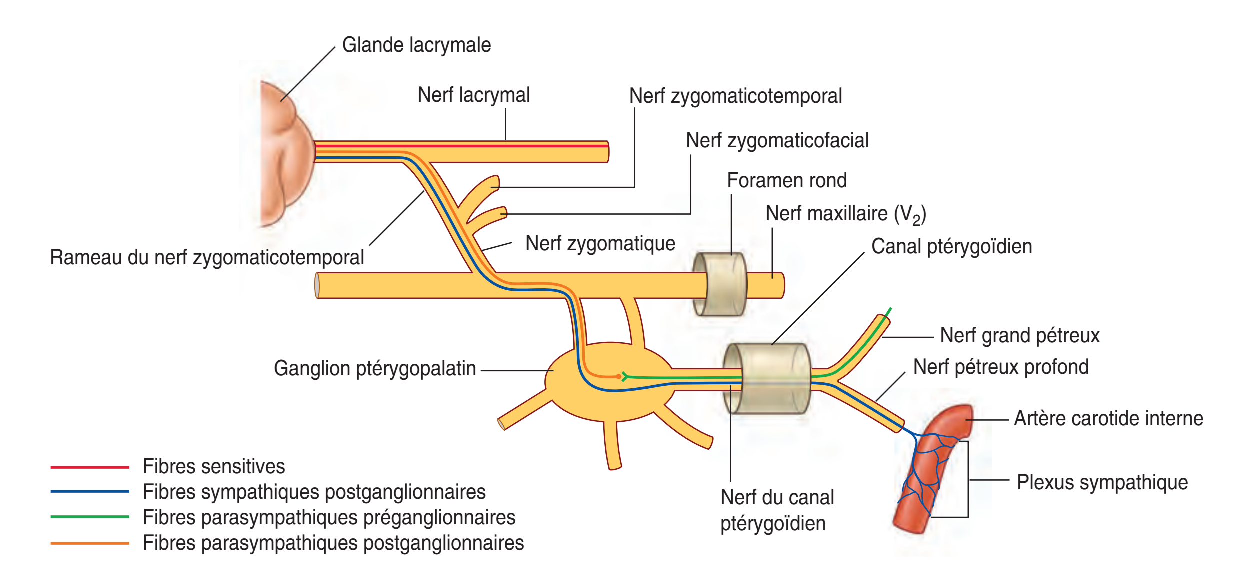


Figure 8.87 Innervation de la glande lacrymale.

Fissures et foramens

De nombreuses structures entrent dans l'orbite ou en sortent à travers différents orifices (fig. 8.88).

Canal optique

Lorsque l'on observe la cavité osseuse orbitaire en vue antéro-postérieure, l'orifice arrondi situé au sommet de la pyramide orbitaire est le canal optique, qui s'ouvre dans la fosse crânienne moyenne et est limité en dedans par le corps du sphénoïde et en dehors par la petite aile du sphénoïde. Le canal optique est traversé par le nerf optique et l'artère ophtalmique (fig. 8.89).

Fissure orbitaire supérieure

Juste en dehors du canal optique se situe un orifice de forme triangulaire, situé entre le toit et la paroi latérale de l'orbite. C'est la fissure orbitaire supérieure, qui permet le passage de structures entre l'orbite et la fosse crânienne moyenne (fig. 8.88).

Les éléments qui traversent la fissure orbitaire supérieure sont les rameaux supérieur et inférieur du nerf oculomoteur (III), le nerf trochléaire (IV), le nerf abducens (VI), les rameaux lacrymal, frontal et nasociliaire du nerf ophtalmique (V_1), et la veine ophtalmique supérieure (fig. 8.89).

Fissure orbitaire inférieure

Une ouverture longitudinale, la fissure orbitaire inférieure (fig. 8.88), sépare la paroi latérale du plancher de l'orbite. Ses limites sont formées par la grande aile du sphénoïde et les os

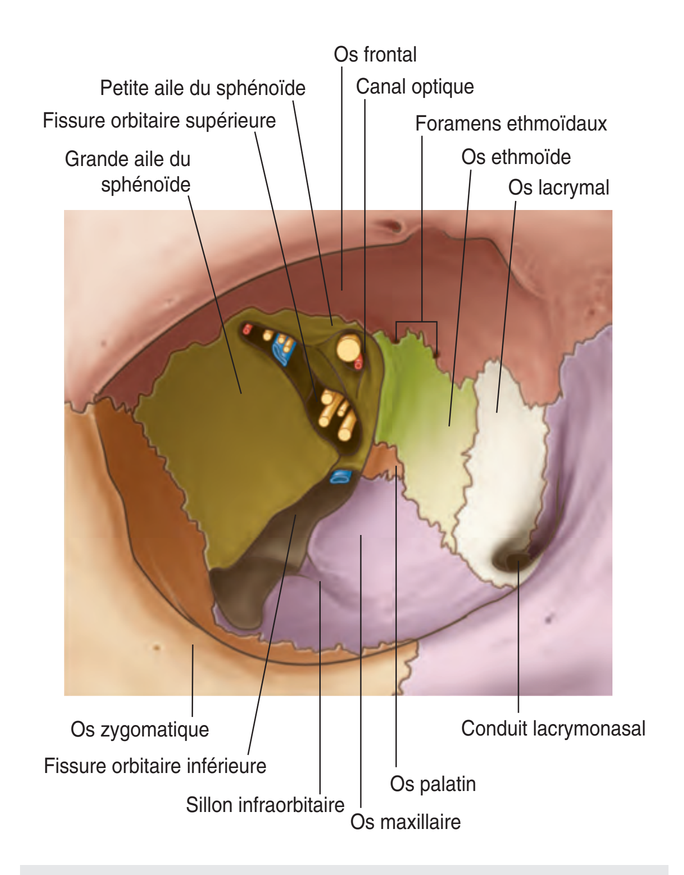


Figure 8.88 Orifices de la cavité orbitaire.

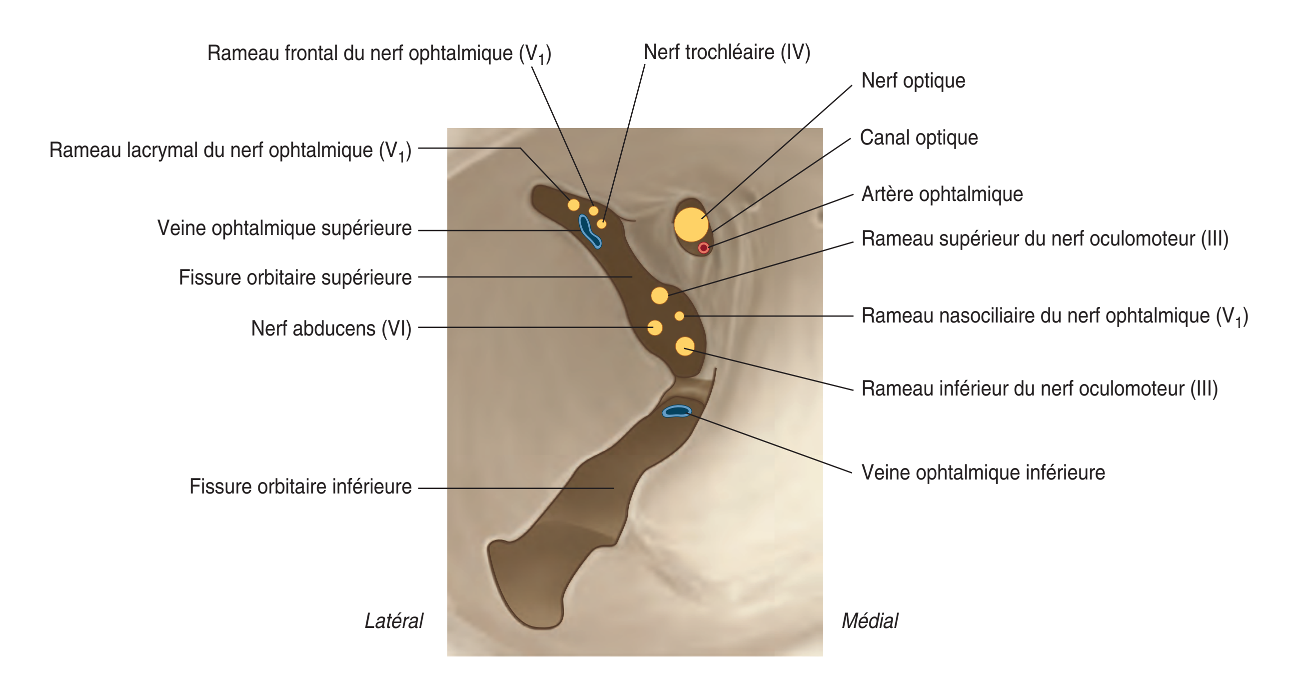


Figure 8.89 Canal optique et fissure orbitaire supérieure.



maxillaire, palatin et zygomatique. Cette longue fissure permet la communication entre :

- l'orbite et la fosse ptérygopalatine en arrière ;
- l'orbite et la fosse infratemporale au milieu ;
- l'orbite et la fosse temporale en en arrière et en dehors.

Les éléments qui traversent la fissure orbitaire inférieure sont le nerf maxillaire (V_2) et son rameau zygomatique, les vaisseaux infraorbitaires et une veine communicante avec le plexus veineux ptérygoïdien.

Foramen infraorbitaire

Le **sillon infraorbitaire** (fig. 8.88) commence en arrière et croise à ses deux tiers la fissure orbitaire inférieure, avant de continuer en avant sur le plancher de l'orbite. Ce sillon est en continuité avec le **canal infraorbitaire** qui s'ouvre à la face par le **foramen infraorbitaire**.

Le nerf infraorbitaire, rameau du nerf maxillaire (V_2), et des vaisseaux passent dans ce sillon et gagnent la face où ils émergent.

Autres orifices

Plusieurs petits orifices sont associés à la paroi médiale de la cavité osseuse orbitaire (fig. 8.88).

Les **foramens ethmoïdaux antérieur** et **postérieur** sont situés à la jonction entre les parois supérieure et médiale. Ces orifices livrent passage, à partir de l'orbite vers l'os ethmoïde, aux nerfs ethmoïdaux antérieur et postérieur et à des vaisseaux.

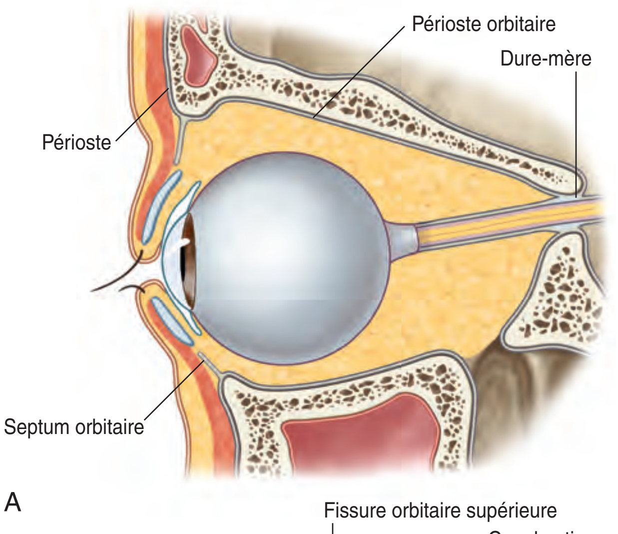
Avec ces orifices de la paroi médiale, un canal s'ouvre en avant dans la partie inférieure de la paroi. Une dépression bien visible, formée par l'os lacrymal et le processus frontal du maxillaire, reçoit le sac lacrymal. Cette dépression est en continuité avec le canal lacrymonasal, qui s'étend jusqu'au méat nasal inférieur. Le conduit lacrymonasal est contenu dans ce canal lacrymonasal et appartient à l'appareil lacrymal.

Fascias spécifiques de l'orbite

Périoste orbitaire

Le périoste tapissant les os qui forment l'orbite est le **périoste orbitaire** (fig. 8.90A). Il est en continuité au niveau des limites de l'orbite avec le périoste de la surface externe du crâne, et envoie des expansions dans les paupières supérieure et inférieure (le **septum orbitaire**).

Dans les différents orifices par lesquels l'orbite communique avec la cavité crânienne, le périoste orbitaire est en continuité avec la couche périostée de la dure-mère. Dans la partie postérieure de l'orbite, le périoste orbitaire s'épaissit autour du canal optique et de la partie centrale de la fissure orbitaire supérieure. Cela constitue le point d'insertion des quatre muscles droits et est appelé l'**anneau tendineux commun**.



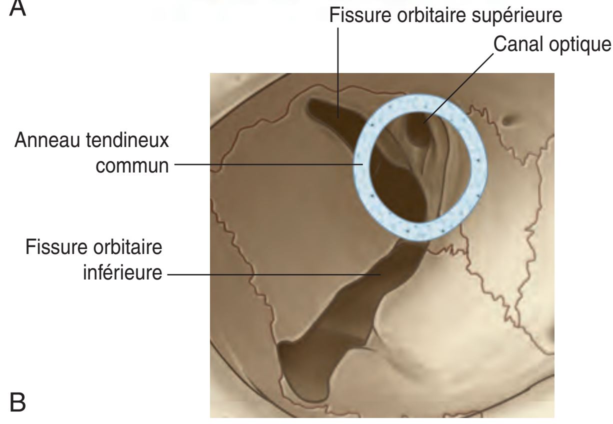


Figure 8.90 Périoste orbitaire **A.** Vue latérale. **B.** Anneau tendineux commun.

Gaine du bulbe oculaire

La **gaine du bulbe oculaire** est une couche fasciale qui entoure la majeure partie du bulbe oculaire (fig. 8.91 et fig. 8.92) :

- en arrière, elle est fermement attachée à la sclère (la partie blanche du bulbe oculaire) autour du point d'émergence du nerf optique dans le bulbe oculaire ;
- en avant, elle est fermement attachée à la sclère autour du rebord de la cornée (la partie transparente du bulbe oculaire) ;
- de plus, à proximité de l'insertion des muscles sur la sclère, le fascia qui entoure chaque muscle se poursuit avec la gaine du bulbe oculaire, alors que les muscles poursuivent leur trajet jusqu'à leur point d'insertion.

Une partie inférieure spécifique de la gaine du bulbe oculaire forme le **ligament suspenseur** (fig. 8.91 et fig. 8.92), qui soutient le bulbe oculaire. Cette structure en forme de sangle est constituée par la gaine du bulbe oculaire et des expansions fibreuses des deux muscles inférieurs du bulbe oculaire et des muscles oculaires médial et latéral.

Ailerons des muscles droit médial et droit latéral

Une autre organisation fasciale spécifique dans l'orbite est représentée par les ailerons (fig. 8.92). Ce sont des expansions des fascias de recouvrement des muscles droit médial et droit latéral, qui s'attachent aux parois médiale et latérale de la cavité osseuse orbitaire :

- l'aileron médial est une expansion du fascia qui recouvre le muscle droit médial, et il s'insère immédiatement en arrière de la crête lacrymale postérieure de l'os lacrymal ;
- l'aileron latéral est une expansion du fascia qui recouvre le muscle droit latéral et s'insère sur le tubercule orbitaire de l'os zygomatique.

D'un point de vue fonctionnel, la position de ces ligaments semble limiter l'action des muscles droit médial et droit latéral.

Muscles

Il y a deux groupes de muscles dans l'orbite :

- les **muscles extrinsèques du bulbe oculaire muscles extraoculaires**) qui interviennent dans les mouvements du bulbe oculaire et l'élévation de la paupière supérieure ;
- les **muscles intrinsèques du bulbe oculaire**, qui contrôlent la forme du cristallin et la taille de la pupille.

Les muscles extrinsèques comprennent le muscle élévateur de la paupière supérieure, les muscles droit supérieur,

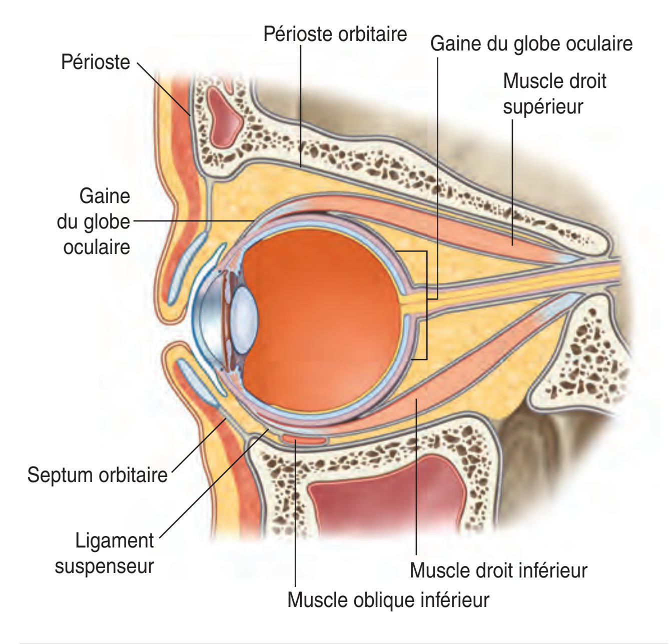
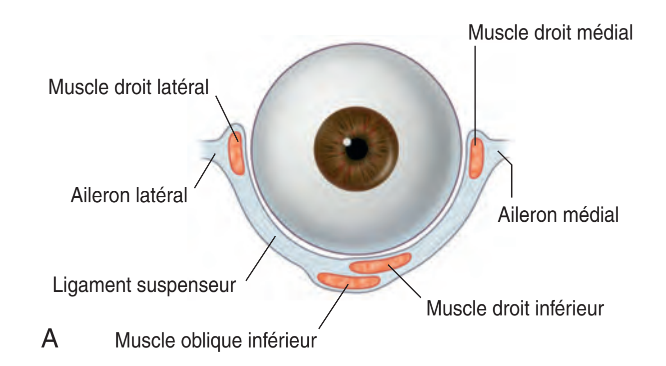


Figure 8.91 Gaine du bulbe oculaire.



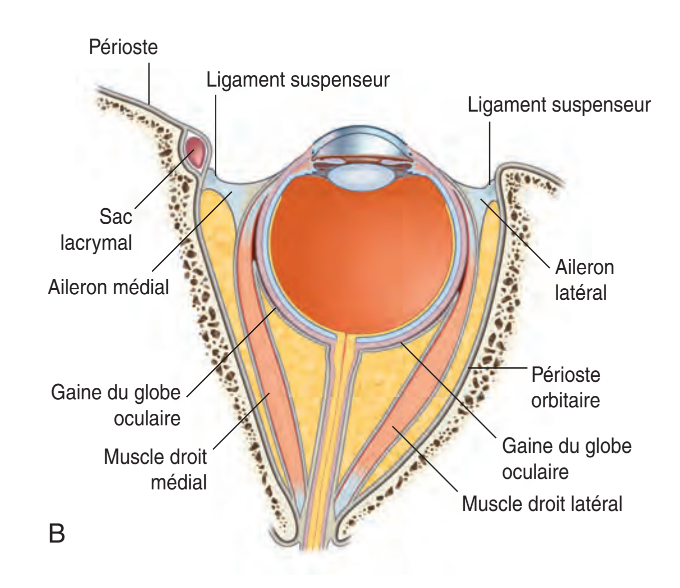


Figure 8.92 Ailerons des muscles droit médial et droit latéral. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue supérieure.

Tableau 8.8 Muscles extrinsèques (extraoculaires).

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Élévateur de la paupière supérieure	Petite aile du sphénoïde en avant du canal optique	Surface antérieure de la plaque tarsale ; quelques fibres dans la peau et dans le fornix conjonctival supérieur	Nerf oculomoteur (III) – rameau supérieur	Élévation de la paupière supérieure
Droit supérieur	Partie supérieure de l'anneau tendineux commun	Moitié antérieure de la partie supérieure du bulbe oculaire	Nerf oculomoteur (III) – rameau supérieur	Élévation, adduction, rotation médiale du bulbe oculaire
Droit inférieur	Partie inférieure de l'anneau tendineux commun	Moitié antérieure de la partie inférieure du bulbe oculaire	Nerf oculomoteur (III) – rameau inférieur	Abaissement, adduction, rotation latérale du bulbe oculaire
Droit médial	Partie médiale de l'anneau tendineux commun	Moitié antérieure de la partie médiale du bulbe oculaire	Nerf oculomoteur (III) – rameau inférieur	Adduction du bulbe oculaire
Droit latéral	Partie latérale de l'anneau tendineux commun	Moitié antérieure de la partie latérale du bulbe oculaire	Nerf abducens (VI)	Abduction du bulbe oculaire
Oblique supérieur	Corps du sphénoïde, au-dessus et en dedans du canal optique	Quadrant postérieur externe du bulbe oculaire (face supérieure)	Nerf trochléaire (IV)	Abaissement, abduction, rotation interne du bulbe oculaire
Oblique inférieur	Partie médiale du plancher de l'orbite en arrière du rebord ; maxillaire en dehors du sillon lacrymonasal	Quadrant postérieur externe du bulbe oculaire (face inférieure)	Nerf oculomoteur (III) – rameau inférieur	Élévation, abduction, rotation externe du bulbe oculaire

droit inférieur, droit médial, droit latéral, oblique supérieur et oblique inférieur.

Les muscles intrinsèques sont le muscle ciliaire, le sphincter de la pupille et le muscle dilatateur de la pupille.

Muscles extrinsèques

Parmi les sept muscles extrinsèques, l'un relève la paupière supérieure, alors que les six autres mobilisent le bulbe oculaire lui-même (tableau 8.8).

Les mouvements du bulbe oculaire, en trois dimensions, sont (fig. 8.93) :

- l'élévation – qui déplace la pupille en haut ;
- l'abaissement – qui déplace la pupille en bas ;
- l'abduction – qui déplace la pupille latéralement ;
- l'adduction – qui déplace la pupille en dedans ;
- la rotation médiale (intorsion) – qui fait tourner la partie supérieure de la pupille en dedans (vers le nez) ;
- la rotation latérale (extorsion) – qui fait tourner la partie supérieure de la pupille en dehors (vers la tempe).

Par ailleurs, l'axe antéropostérieur de chaque orbite est légèrement orienté latéralement, alors que chaque bulbe oculaire est orienté en avant (fig. 8.94). De plus, certains muscles ont des effets multiples sur le bulbe oculaire, alors que d'autres n'ont qu'un effet unique.

Muscle élévateur de la paupière supérieure

Le muscle élévateur de la paupière supérieure élève la paupière supérieure (tableau 8.8). C'est le muscle le plus haut situé dans la cavité orbitaire, naissant du toit, juste en avant

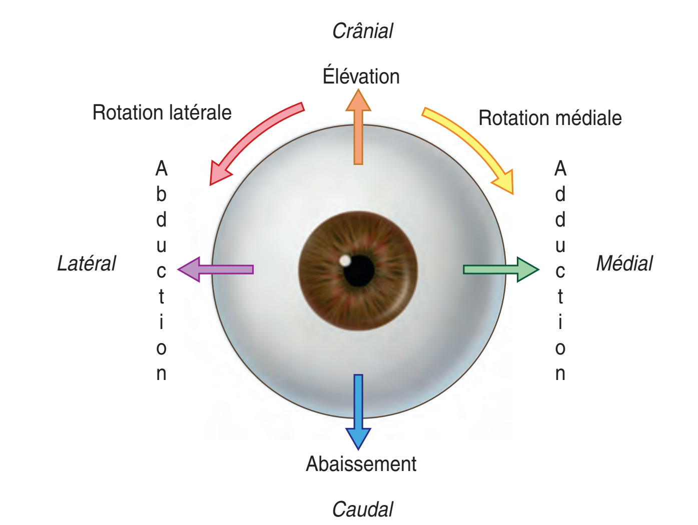


Figure 8.93 Mouvements du bulbe oculaire.

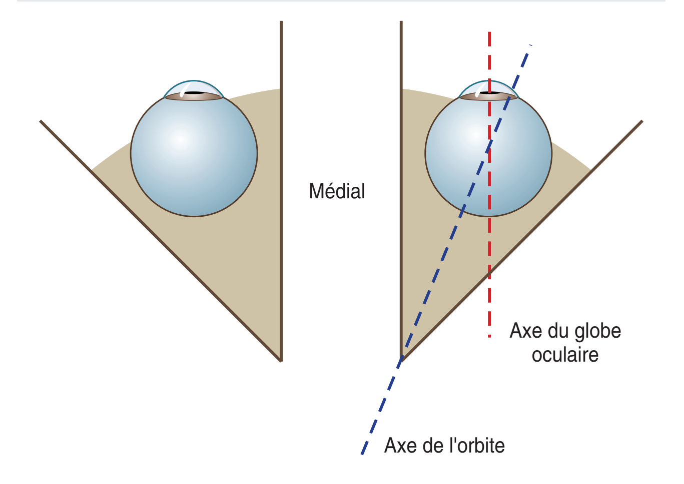


Figure 8.94 Axes du bulbe oculaire et de l'orbite.

du canal optique à la face inférieure de la petite aile du sphénoïde (fig. 8.95B). Son point primaire de terminaison se situe à la surface antérieure du tarse supérieur, mais quelques fibres s'insèrent aussi à la peau de la paupière supérieure et au fornix conjonctival supérieur.

Le muscle élévateur de la paupière supérieure est innervé par le rameau supérieur du nerf oculomoteur (III).

Sa contraction élève la paupière supérieure.

L'élévateur de la paupière supérieure présente un aspect particulier, lié à la présence d'un groupe de fibres musculaires lisses qui vont de sa surface inférieure vers le bord supérieur du tarse supérieur (voir fig. 8.77). Ce groupe de fibres musculaires lisses (le muscle tarsal supérieur) contribue au maintien de l'élévation de la paupière supérieure, et ces fibres sont innervées par des fibres sympathiques postganglionnaires qui proviennent du ganglion cervical supérieur.

La paralysie du nerf oculomoteur (III) conduit à un ptosis complet ou à une chute de la paupière supérieure, alors que le déficit isolé de l'innervation par les fibres sympathiques destinées au muscle tarsal supérieur provoque un ptosis partiel.

Muscles droits

Quatre muscles droits occupent des positions médiale, latérale, inférieure et supérieure, au cours de leurs trajets depuis leurs insertions d'origine jusqu'à leurs points de terminaison sur la moitié antérieure du bulbe oculaire (fig. 8.95 et tableau 8.8). Ils ont une origine groupée sur l'anneau tendineux commun au sommet de l'orbite et forment un cône de muscles en se dirigeant en avant jusqu'à leurs terminaisons sur le bulbe oculaire.

Muscles droits supérieur et inférieur

Les muscles droits supérieur et inférieur ont des actions complexes, car l'apex de l'orbite où ils s'insèrent est situé en dedans de l'axe central du bulbe oculaire lorsque le regard se porte directement en avant :

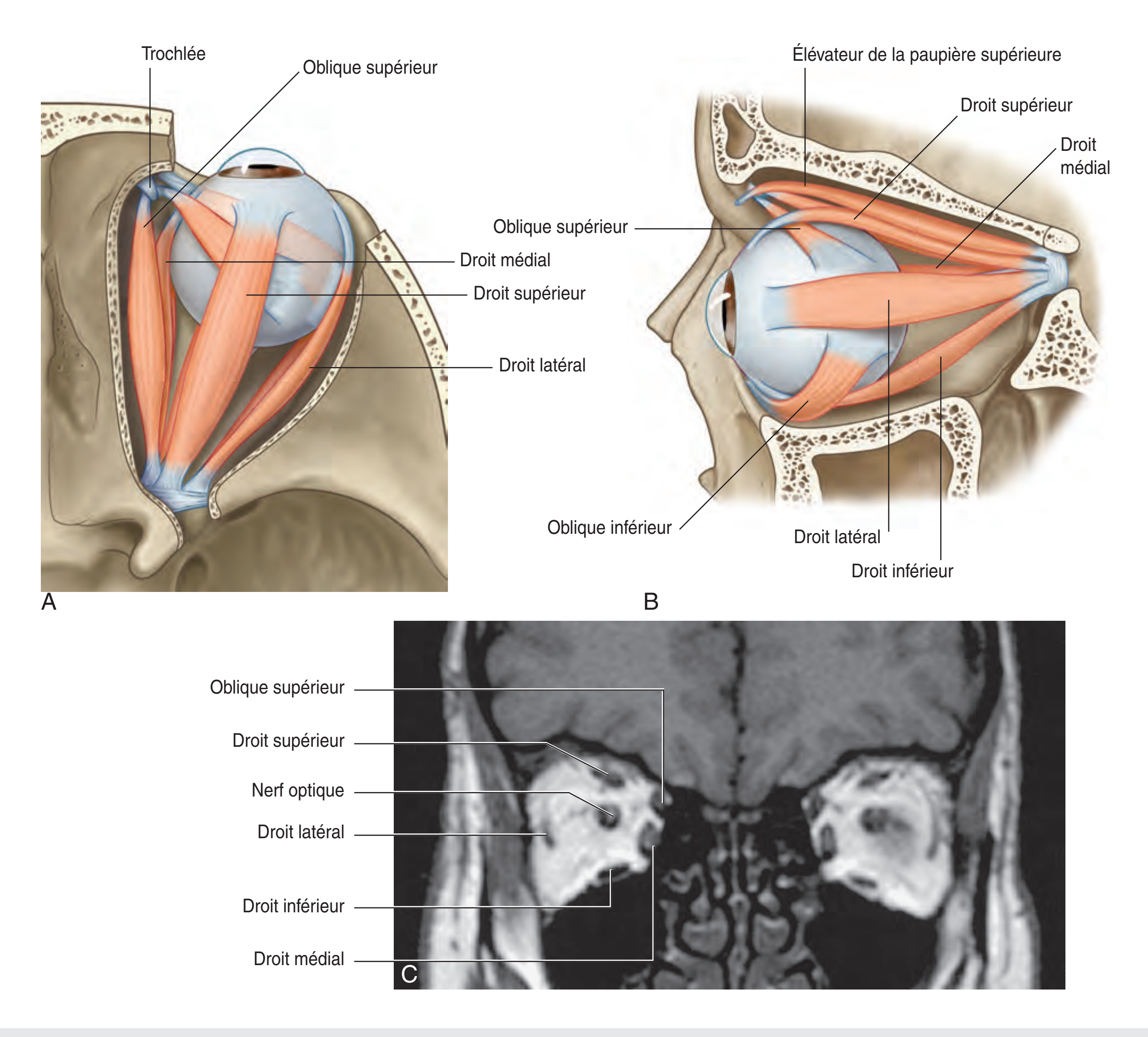


Figure 8.95 Muscles du bulbe oculaire. **A.** Vue supérieure. **B.** Vue latérale. **C.** Section coronale de l'œil en imagerie par résonance magnétique.

- le **muscle droit supérieur** naît de la partie supérieure de l'anneau tendineux commun au-dessus du canal optique;
- le **muscle droit inférieur** naît de la partie inférieure de l'anneau tendineux commun sous le canal optique (fig. 8.96).

Du fait de leur trajet vers l'avant dans l'orbite pour s'attacher à la moitié antérieure du bulbe oculaire, ces muscles sont aussi orientés latéralement (fig. 8.95). Ces orientations expliquent que :

- la contraction du droit supérieur provoque l'élévation, l'adduction et la rotation médiale du bulbe oculaire (fig. 8.97A);
- la contraction du droit inférieur provoque l'abaissement, l'adduction et la rotation latérale du bulbe oculaire (fig. 8.97A).

Le **rameau supérieur** du nerf oculomoteur (III) innerve le droit supérieur, et le **rameau inférieur** du nerf oculomoteur (III) innerve le droit inférieur.

Pour isoler ces fonctions et tester séparément les muscles droits supérieur et inférieur, il faut demander au patient de suivre le doigt de l'examinateur latéralement, puis vers le haut et vers le bas (fig. 8.97B). Le premier mouvement porte l'axe du bulbe oculaire dans l'alignement du grand axe des muscles droits supérieur et inférieur. Le déplacement du doigt vers le haut teste le muscle droit supérieur, et le déplacement du doigt vers le bas teste le muscle droit inférieur (fig. 8.94B).

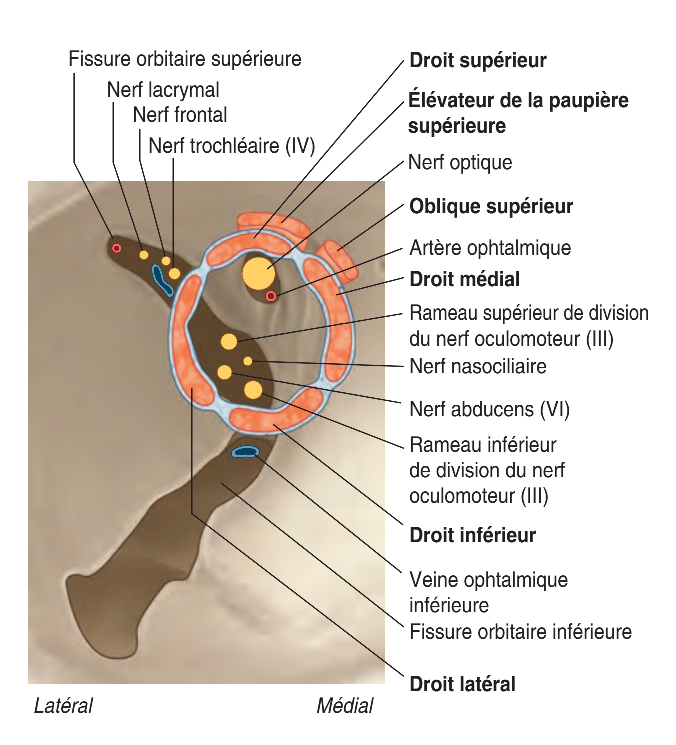


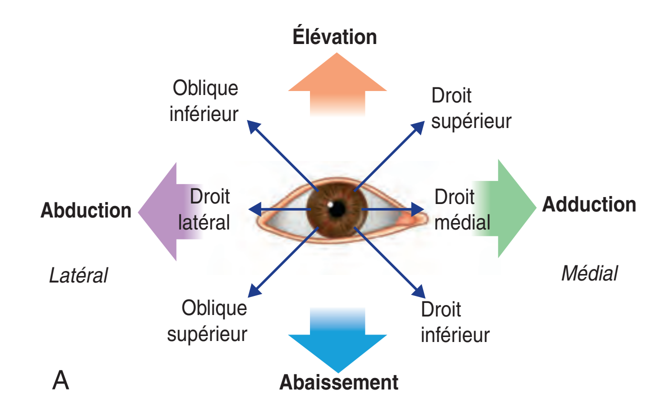
Figure 8.96 Insertions d'origine des muscles du bulbe oculaire, vue coronale.

Muscles droits médial et latéral

L'orientation et les actions des muscles droits médial et latéral sont plus directes et univoques que celles des muscles droits supérieur et inférieur.

Le muscle **droit médial** naît de la partie médiale de l'anneau tendineux commun en dedans et sous le canal optique, alors que le muscle **droit latéral** naît de la partie latérale de l'anneau tendineux commun au niveau où celui-ci passe en pont sur la fissure orbitaire supérieure (fig. 8.96).

Les muscles droit médial et latéral se dirigent en avant, et se terminent sur la moitié antérieure du bulbe oculaire (fig. 8.95). La contraction du muscle droit médial provoque l'adduction du bulbe oculaire, alors que la contraction de



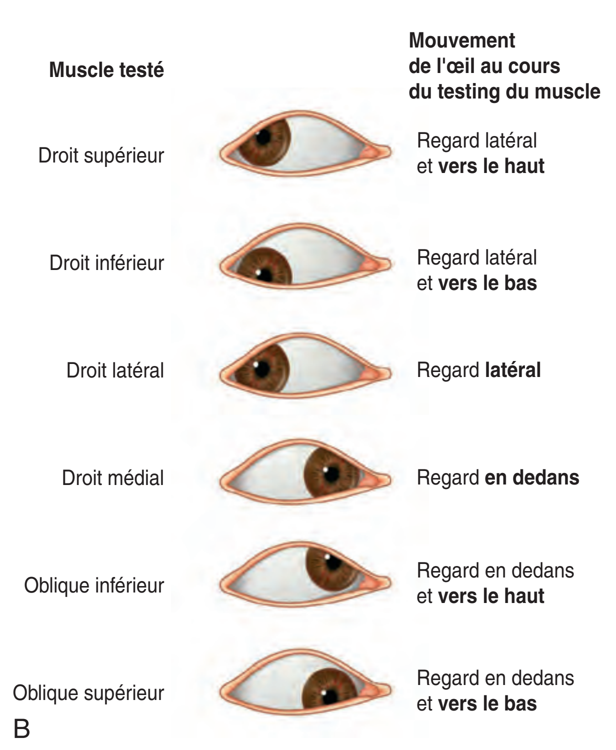


Figure 8.97 Actions des muscles du bulbe oculaire. **A.** Action individuelle des muscles (action anatomique). **B.** Mouvement de l'œil au cours du testing spécifique (examen clinique).

chaque muscle droit latéral porte le bulbe oculaire en abduction (fig. 8.97A).

Le rameau inférieur du nerf oculomoteur (III) innerve le droit médial, et le nerf abducens (VI) innerve le droit latéral.

Pour isoler leurs fonctions et tester spécifiquement les muscles droits médial et latéral, il faut demander au patient de suivre le doigt de l'examinateur dans le plan horizontal, respectivement en dedans et en dehors (fig. 8.97B).

Muscles obliques

Les muscles obliques sont situés dans les parties supérieure et inférieure de l'orbite. Ils ne naissent pas de l'anneau tendineux commun, présentent une angulation dans leur trajet à l'approche du bulbe oculaire, et se terminent en s'insérant sur la moitié postérieure du bulbe oculaire (tableau 8.8).

Muscle oblique supérieur

Le muscle oblique supérieur prend son insertion d'origine sur le sphénoïde, au-dessus et en dedans du canal optique, et en dedans de l'origine de l'élévateur de la paupière supérieure (fig. 8.95 et fig. 8.96). Il se dirige en avant, le long du bord médial du toit de l'orbite, jusqu'à ce qu'il atteigne une poulie fibrocartilagineuse (la **trochlée**), qui est insérée dans la fossette trochléaire de l'os frontal.

Le tendon du muscle oblique supérieur passe dans la trochlée et se dirige en dehors pour croiser le bulbe oculaire en direction postérolatérale. Il continue à la face profonde du muscle droit supérieur et se termine en s'insérant sur le quadrant postérieur externe du bulbe oculaire.

La contraction du muscle oblique supérieur oriente la pupille en bas et en dehors (fig. 8.97A).

Le nerf trochléaire (IV) innerve le muscle oblique supérieur le long de sa surface supérieure.

Pour isoler la fonction et tester spécifiquement le muscle oblique supérieur, on demande au patient de suivre le doigt de l'examinateur en dedans pour amener l'axe du tendon du muscle dans l'alignement de l'axe du bulbe oculaire, et ensuite de regarder en bas, ce qui teste le muscle (fig. 8.97B).

Muscle oblique inférieur

Le muscle oblique inférieur est le seul muscle extrinsèque qui ne prend pas son origine dans la partie postérieure de l'orbite. Il naît de la partie médiale du plancher de l'orbite, juste en arrière du rebord orbitaire, et s'insère aussi sur la surface orbitaire du maxillaire juste en dehors du sillon lacrymonasal (fig. 8.95).

Le muscle oblique inférieur croise le plancher de l'orbite en direction postérolatérale, entre le droit inférieur et le plancher de l'orbite, avant de s'insérer sur le quadrant externe postérieur juste sous le droit latéral.

La contraction du muscle oblique inférieur dirige la pupille en haut et en dehors (fig. 8.97A).

Le rameau inférieur du nerf oculomoteur innerve le muscle oblique inférieur.

Pour isoler la fonction et tester spécifiquement le muscle oblique inférieur, on demande au patient de suivre le doigt de l'examinateur en dedans pour amener l'axe du bulbe oculaire dans l'alignement de l'axe du muscle, et ensuite de regarder en haut, ce qui teste le muscle (fig. 8.94B).

Muscles extrinsèques et mouvements du bulbe oculaire

Six des sept muscles extrinsèques de l'orbite sont directement moteurs des mouvements du bulbe oculaire.

Pour chacun des muscles droits – médial, latéral, inférieur et supérieur – et pour les muscles obliques supérieur et inférieur, une action spécifique ou des actions combinées peuvent être décrites (tableau 8.8). Cependant, ces muscles ne fonctionnent pas isolément. Ils agissent par groupes musculaires dans le mouvement coordonné des bulbes oculaires pour positionner la pupille de manière adaptée.

Par exemple, bien que le droit latéral soit le muscle principalement responsable du mouvement du bulbe oculaire latéralement, il est assisté dans cette action par les muscles obliques supérieur et inférieur.

En clinique

Examen de l'œil

L'examen de l'œil associe l'examen de la vision, l'étude de la musculature extrinsèque et de ses fonctions, et la recherche de processus pathologiques qui peuvent affecter l'œil isolément ou s'intégrer dans une pathologie systémique.

L'examen de l'œil comprend des tests d'acuité visuelle, d'astigmatisme, de champ visuel et d'interprétation des couleurs (pour exclure l'absence de vision des couleurs) dans différentes circonstances. Le médecin peut aussi examiner la rétine, le nerf optique, le cristallin et la cornée.

Les muscles extrinsèques sont innervés par le nerf abducens (VI), le nerf trochléaire (IV) et le nerf oculomoteur (III).

Les muscles extrinsèques fonctionnent de manière synergique pour que les mouvements du bulbe oculaire soient conjugués et adaptés :

- muscle droit latéral : nerf abducens (VI) ;
- muscle oblique supérieur : nerf trochléaire (IV) ;
- autres muscles oculomoteurs : nerf oculomoteur (III).

L'œil peut être affecté par des maladies systémiques. Le diabète atteint l'œil et peut provoquer une cataracte, une

(Suite)



En clinique—Suite

lésion maculaire et des hémorragies rétiniennes, et toutes ces lésions peuvent altérer la vision.

Parfois, une paralysie unilatérale des muscles extraoculaires peut survenir, due à une lésion du mésencéphale ou à une atteinte nerveuse directe, qui peut être secondaire à une compression tumorale ou à un traumatisme. La paralysie d'un muscle est facilement mise en évidence lorsque le patient tente sans succès de déplacer son œil selon l'action normale du muscle considéré.

Très fréquemment, le patient se plaint d'une double vision (diplopie).

Déficit de l'innervation des muscles qui entourent l'œil

Une paralysie de l'orbiculaire de l'œil, innervé par le nerf facial (VII), provoque une impossibilité de fermer fortement les paupières, et un affaissement de la paupière inférieure avec écoulement des larmes. Cette fuite des larmes conduit à l'assèchement de la conjonctive qui peut s'ulcérer, et favoriser ainsi une infection secondaire.

Le déficit de l'innervation du muscle élévateur de la paupière supérieure à la suite d'une lésion du nerf oculomoteur (III) entraîne une incapacité de relever la paupière supérieure, ce qui produit un ptosis. Habituellement, une lésion du nerf oculomoteur (III) est provoquée par un traumatisme crânien grave.

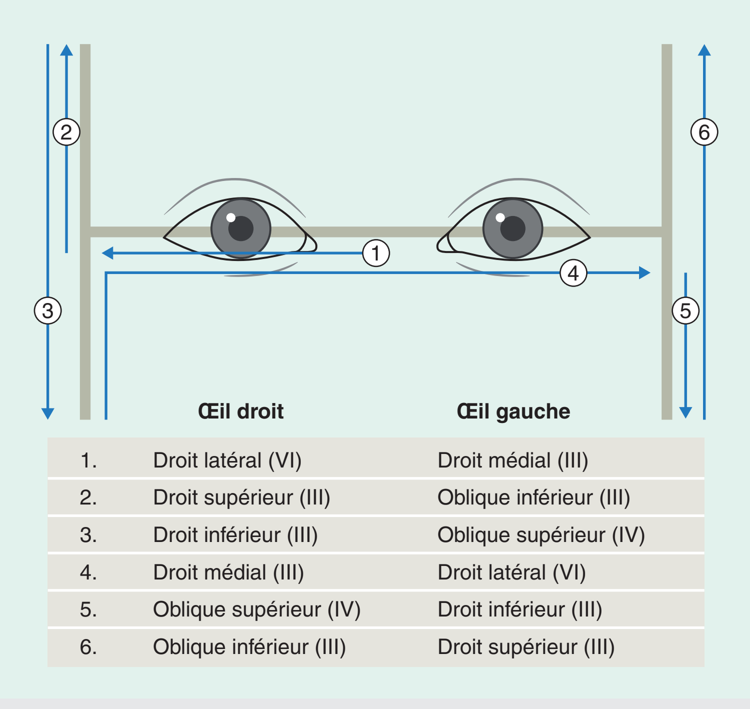
Le déficit d'innervation du muscle tarsal supérieur par les fibres sympathiques est à l'origine d'un ptosis permanent ou partiel. Toute lésion située le long du tronc sympathique peut provoquer ce déficit. Une tumeur maligne de l'apex pulmonaire doit toujours être suspectée, car le ptosis est l'un des signes du syndrome de Claude Bernard-Horner (voir plus haut).

En clinique

Le « test H »

Une formule simple pour se souvenir des nerfs qui innervent les muscles extraoculaires est « DL6OS4 et les autres sont 3 » (droit latéral [VI], oblique supérieur [IV] et le reste incluant l'élévateur de la paupière supérieure sont [III]).

La fonction de tous les muscles extrinsèques et de leurs nerfs (III, IV, VI) qui déplacent les bulbes oculaires dans les deux orbites peut facilement être testée en même temps en demandant au patient de suivre du regard, sans bouger la tête, un objet comme la pointe d'un stylo ou un doigt mobilisé selon le tracé d'un « H » – en commençant par la ligne médiane entre les deux yeux (fig. 8.98).



	Œil droit	Œil gauche
1.	Droit latéral (VI)	Droit médial (III)
2.	Droit supérieur (III)	Oblique inférieur (III)
3.	Droit inférieur (III)	Oblique supérieur (IV)
4.	Droit médial (III)	Droit latéral (VI)
5.	Oblique supérieur (IV)	Droit inférieur (III)
6.	Oblique inférieur (III)	Droit supérieur (III)

Figure 8.98 Le test « H ».

Vaisseaux

Artères

La vascularisation artérielle des structures contenues dans l'orbite, y compris le bulbe oculaire, est assurée par l'artère ophtalmique (fig. 8.99). Cette artère est une branche de l'artère carotide interne, qui naît immédiatement après la sortie de la carotide interne hors du sinus caverneux. L'artère ophtalmique passe dans l'orbite par le canal optique avec le nerf optique.

Dans l'orbite, l'artère ophtalmique chemine tout d'abord en position inférieure et latérale par rapport au nerf optique (fig. 8.99). Au cours de son trajet vers l'avant dans l'orbite, elle passe en position supérieure par rapport au nerf optique et chemine dans la partie antérieure de la partie médiale de l'orbite.

Dans l'orbite, l'artère ophtalmique donne de nombreuses branches, comme suit.

- L'**artère lacrymale** provient de l'artère ophtalmique à la face latérale du nerf optique, et chemine en avant dans la partie latérale de l'orbite, en vascularisant la glande lacrymale, les muscles, la branche ciliaire antérieure du bulbe oculaire et les parties latérales des paupières.
- L'**artère centrale de la rétine** entre dans le nerf optique, gagne dans le centre du nerf la rétine, et apparaît bien visible lors de l'examen de la rétine à l'aide d'un ophtalmoscope – l'occlusion de cette artère ou de ses branches conduit à la cécité.
- Les **artères ciliaires postérieures longue** et **courte** sont des branches qui pénètrent dans le bulbe oculaire en arrière, en perforant la sclère, pour vasculariser les structures situées dans le bulbe oculaire.
- Les **artères musculaires** sont des branches destinées aux muscles intrinsèques du bulbe oculaire.
- L'**artère supraorbitaire** naît habituellement de l'artère ophtalmique juste après son croisement avec le nerf optique, se dirige en avant, et sort de l'orbite par le foramen supraorbitaire avec le nerf supraorbitaire – elle vascularise le front et le scalp en traversant ces zones vers le vertex du crâne.
- L'**artère ethmoïdale postérieure** sort de l'orbite par le foramen ethmoïdal postérieur pour vasculariser les cellules aériques ethmoïdales et la cavité nasale.
- L'**artère ethmoïdale antérieure** sort de l'orbite par le foramen ethmoïdal antérieur, pénètre dans la cavité crânienne en donnant la branche méningée antérieure, et continue dans la cavité nasale pour vasculariser le septum et la paroi latérale, et se terminer en artère dorsale du nez.
- Les **artères palpébrales médiales** sont de petites branches destinées à la partie médiale des paupières supérieure et inférieure.
- L'**artère dorsale du nez**, l'une des deux branches terminales de l'artère ophtalmique, quitte l'orbite pour vasculariser la surface supérieure du nez.
- L'**artère supratrochléaire** est l'autre branche terminale de l'artère ophtalmique. Elle quitte l'orbite avec le nerf supratrochléaire, pour vasculariser le front en le traversant en direction supérieure.

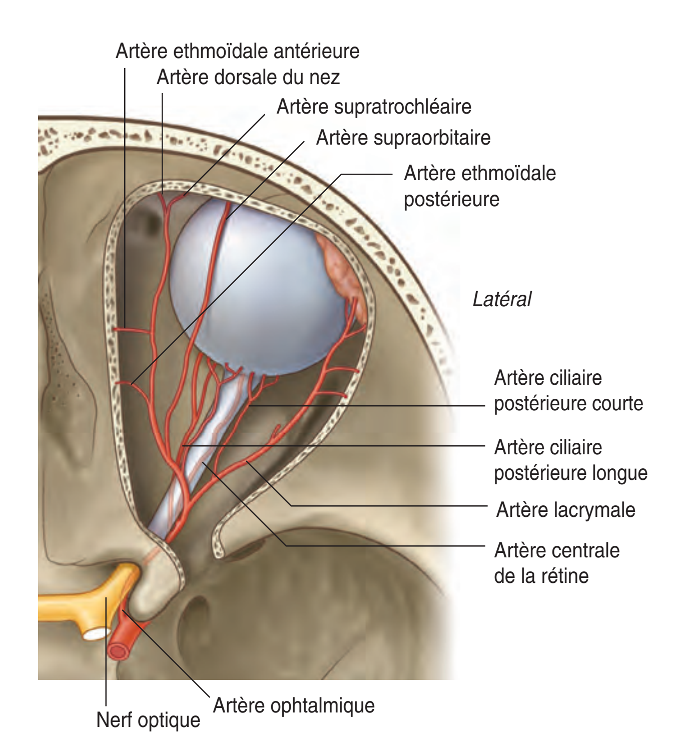


Figure 8.99 Vascularisation artérielle de l'orbite et du bulbe oculaire.

Veines

Il y a deux réseaux veineux dans l'orbite, les veines ophtalmiques supérieure et inférieure (fig. 8.100).

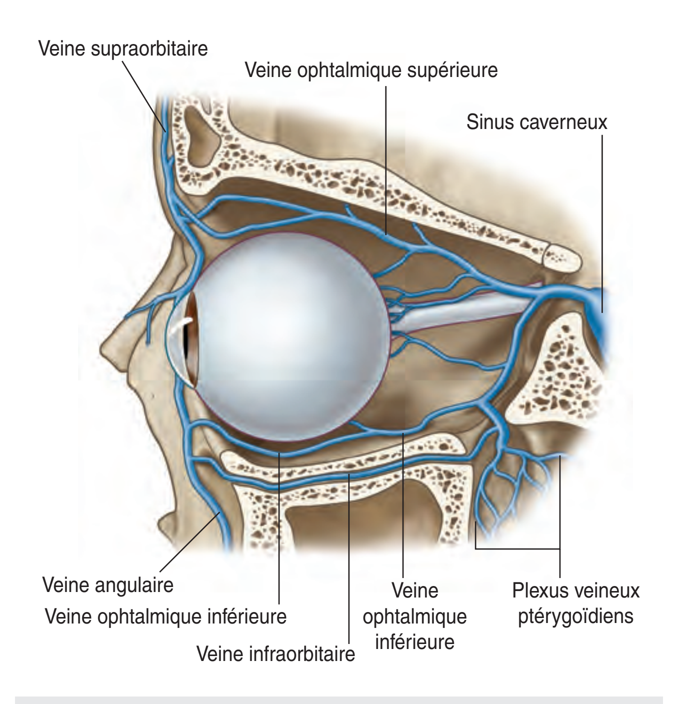


Figure 8.100 Drainage veineux de l'orbite et du bulbe oculaire.



La **veine ophtalmique supérieure** est formée dans la partie antérieure de l'orbite où des veines issues de la veine supraorbitaire et de la veine angulaire se réunissent. Elle croise la partie supérieure de l'orbite, en recevant des contributions des veines qui accompagnent les branches de l'artère ophtalmique, et de veines qui drainent la partie postérieure du bulbe oculaire. En arrière, elle quitte l'orbite par la fissure orbitaire supérieure et entre dans le sinus caverneux.

La **veine ophtalmique inférieure** est plus petite que la veine ophtalmique supérieure, débute en avant, et chemine à travers la partie inférieure de l'orbite. Elle reçoit différentes afférences des muscles et de la partie postérieure du bulbe oculaire, en traversant l'orbite.

La veine ophtalmique inférieure quitte l'orbite en arrière :

- en s'unissant avec la veine ophtalmique supérieure ;
- en passant à travers la fissure orbitaire supérieure pour rejoindre le sinus caverneux ;
- ou en passant à travers la fissure orbitaire inférieure pour rejoindre le plexus veineux ptérygoïdien de la fosse infratemporale.

Du fait que les veines ophtalmiques communiquent avec le sinus caverneux, elles représentent une voie par laquelle les infections peuvent se propager de dehors en dedans vers la cavité crânienne.

Innervation

De nombreux nerfs passent dans l'orbite et innervent les structures présentes entre ses parois. Ce sont le nerf optique (II), le nerf oculomoteur (III), le nerf trochléaire (IV), le nerf abducens (VI) et les nerfs autonomes. D'autres nerfs, comme le nerf ophtalmique (V_1), innervent les structures orbitaires et quittent ensuite l'orbite pour innerver d'autres régions.

Nerf optique

Le nerf optique (II) n'est pas un véritable nerf crânien, mais plutôt une expansion du cerveau qui contient des fibres afférentes de la rétine du bulbe oculaire vers les centres de la vision du cerveau. Le nerf optique est entouré par les méninges crâniennes, dont l'espace subarachnoïdien qui s'étend en avant jusqu'au bulbe oculaire.

Toute augmentation de la pression intracrânienne résulte en une augmentation de la pression dans l'espace subarachnoïdien qui entoure le nerf optique. Cela peut compromettre le retour veineux dans les veines rétiniennes, ce qui provoque l'œdème du disque optique (œdème papillaire) qui peut être vu à l'examen de la rétine à l'aide d'un ophtalmoscope.

Le nerf optique quitte l'orbite à travers le canal optique (fig. 8.101). Il est accompagné dans le canal optique par l'artère ophtalmique.

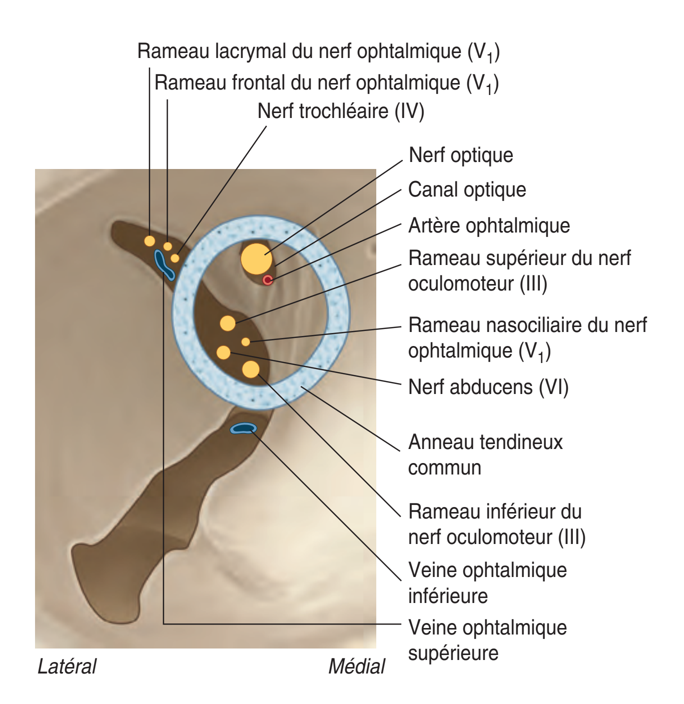


Figure 8.101 Innervation de l'orbite et du bulbe oculaire.

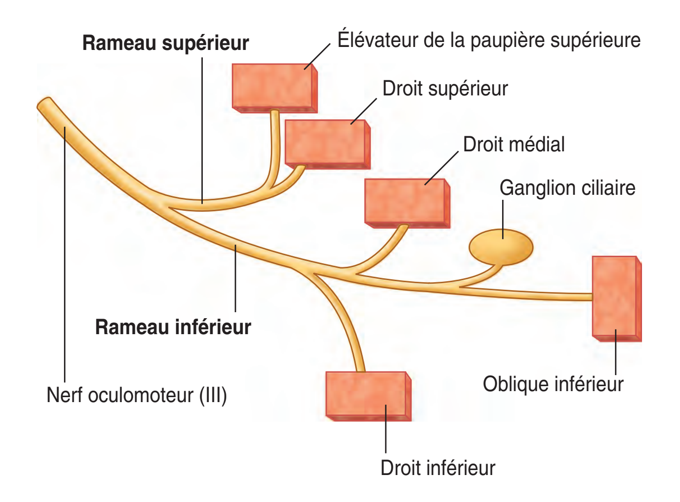


Figure 8.102 Le nerf oculomoteur (III) et ses rameaux.

Nerf oculomoteur

Le nerf oculomoteur (III) émerge à la surface antérieure du tronc cérébral entre le cerveau moyen (pédoncule cérébral) et le pont. Il chemine en avant dans la paroi latérale du sinus caverneux.

Juste avant d'entrer dans l'orbite, le nerf oculomoteur (III) se divise en un rameau supérieur et un rameau inférieur (fig. 8.102). Ces rameaux pénètrent dans l'orbite à travers la fissure orbitaire supérieure, au contact de l'anneau tendineux commun (fig. 8.101).

Dans l'orbite, le petit rameau supérieur se dirige en haut le long du bord latéral du nerf optique pour innerver les muscles droit supérieur et élévateur de la paupière supérieure (fig. 8.102).

Le rameau inférieur, plus volumineux, se divise en trois rameaux :

- le premier passe sous le nerf optique, chemine dans la partie médiale de l'orbite, et va innerver le muscle droit médial ;
- le deuxième descend pour innerver le muscle droit inférieur ;
- le troisième descend le long du plancher de l'orbite pour innerver le muscle oblique inférieur (fig. 8.102).

Au cours de son trajet descendant, le troisième rameau donne un **rameau pour le ganglion ciliaire**. Ce rameau constitue la racine parasympathique du ganglion ciliaire et contient les fibres parasympathiques préganglionnaires qui vont faire un relais synaptique avec les fibres parasympathiques postganglionnaires. Les fibres postganglionnaires se distribuent au bulbe oculaire par les nerfs ciliaires courts, et innervent le sphincter de la pupille et les muscles ciliaires.

Nerf trochléaire

Le nerf trochléaire (IV) naît de la surface postérieure du cerveau moyen, le contourne pour entrer dans le bord de la tente du cervelet. Il continue dans une loge dure-mérienne pour gagner la paroi latérale du sinus caverneux juste sous le nerf oculomoteur (III).

Juste avant d'entrer dans l'orbite, le nerf trochléaire monte, en croisant le nerf oculomoteur (III), et entre dans l'orbite par la fissure orbitaire supérieure au-dessus de l'anneau tendineux commun (fig. 8.101). Dans l'orbite, le nerf trochléaire (IV) monte et tourne en dedans, en surcroisant le muscle élévateur de la paupière supérieure pour entrer dans le bord supérieur du muscle oblique supérieur (fig. 8.103).

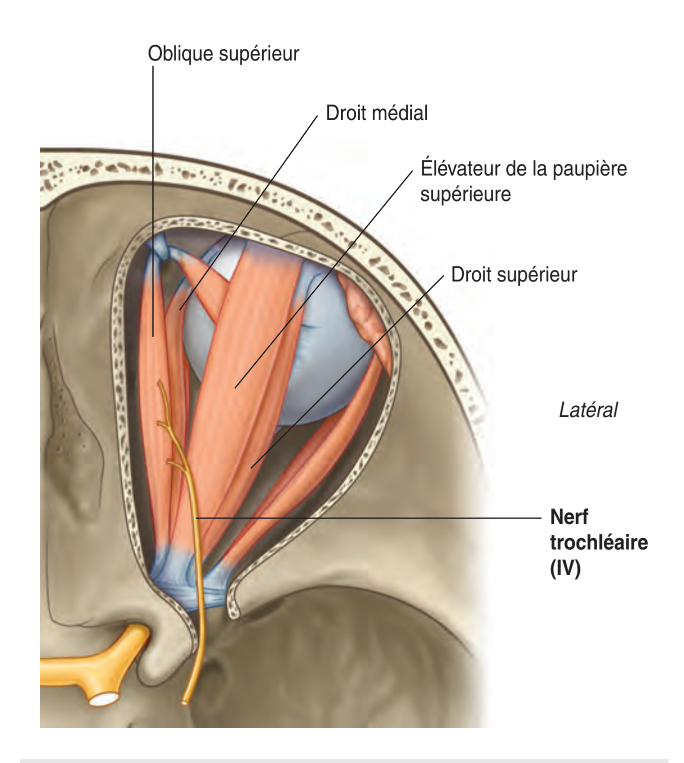


Figure 8.103 Nerf trochléaire (IV) dans l'orbite.

Nerf abducens

Le nerf abducens (VI) naît du tronc cérébral entre le pont et la moelle allongée. Il entre dans la dure-mère qui couvre le clivus et continue dans le canal dural jusqu'à ce qu'il atteigne le sinus caverneux.

Le nerf abducens entre dans le sinus caverneux et chemine dans le sinus latéral à l'artère carotide interne. Il sort du sinus et entre dans l'orbite à travers la fissure orbitaire supérieure dans l'anneau tendineux commun (fig. 8.101). Dans l'orbite, il se dirige en dehors pour innerver le muscle droit latéral.

Fibres sympathiques postganglionnaires

Les fibres sympathiques préganglionnaires proviennent des segments supérieurs de la moelle spinale thoracique, et surtout de T1. Elles gagnent la chaîne sympathique par les rameaux communicants blancs, et montent vers le **ganglion cervical supérieur** où elles font relais avec les fibres sympathiques postganglionnaires.

Les fibres postganglionnaires sont réparties le long de l'artère carotide interne et de ses branches.

Les fibres sympathiques postganglionnaires destinées à l'orbite cheminent avec l'artère ophtalmique. Après leur entrée dans l'orbite, les fibres se distribuent au bulbe oculaire :

- en passant dans le ganglion ciliaire, sans faire de relais synaptique, et en s'unissant aux nerfs ciliaires courts qui vont du ganglion au bulbe oculaire ;
- ou en gagnant le bulbe oculaire par les nerfs ciliaires longs.

Nerf ophtalmique (V_1)

Le nerf ophtalmique (V_1) est le plus petit et le plus haut situé des trois rameaux du nerf trijumeau. Ce nerf purement sensitif reçoit les influx des structures intraorbitaires et de rameaux supplémentaires provenant de la face et du scalp.

En quittant le ganglion trigéminal, le nerf ophtalmique (V_1) se dirige vers l'avant dans la paroi latérale du sinus caverneux, sous les nerfs trochléaire (IV) et oculomoteur (III). Juste avant d'entrer dans l'orbite, il se divise en trois rameaux : les nerfs nasociliaire, lacrymal et frontal (fig. 8.104). Ces rameaux



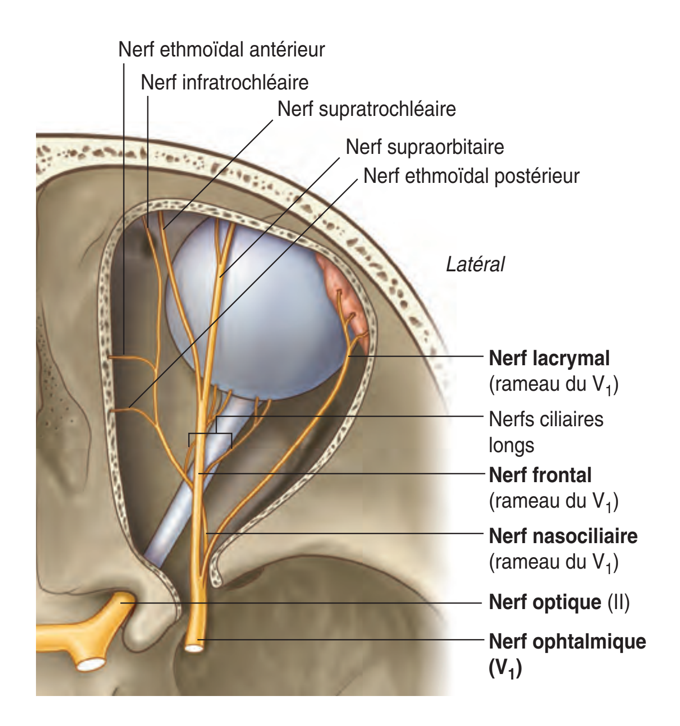


Figure 8.104 Le nerf ophtalmique (V_1) et ses rameaux.

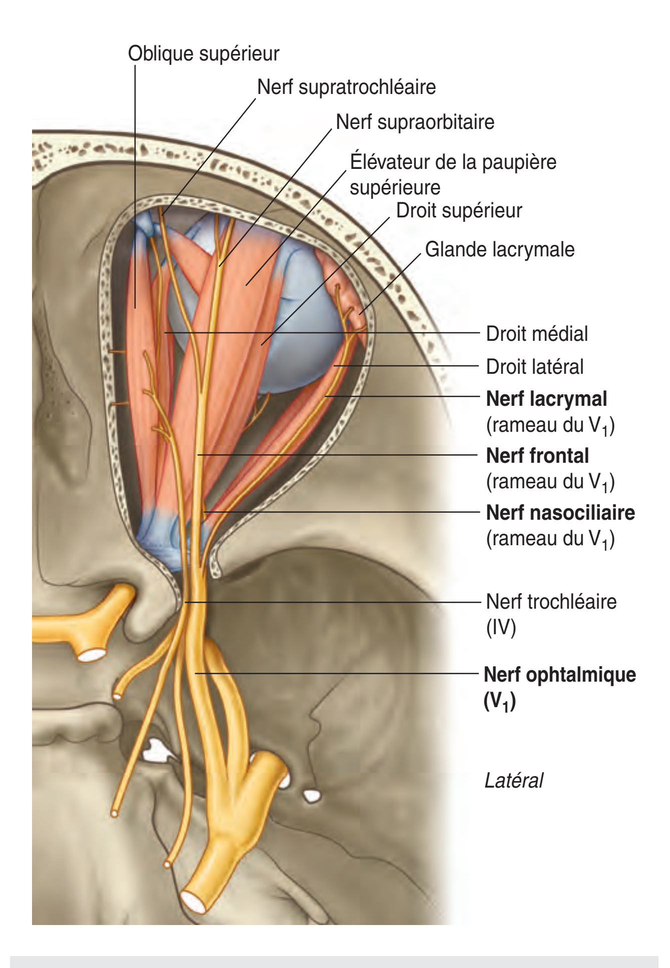


Figure 8.105 Rapports du nerf ophtalmique (V_1) et de ses rameaux avec les muscles du bulbe oculaire.

entrent dans l'orbite par la fissure orbitale supérieure avec les nerfs frontal et lacrymal en dehors de l'anneau tendineux commun, et le nerf nasociliaire, dans l'anneau tendineux commun (fig. 8.101).

Nerf lacrymal

Le nerf lacrymal est le plus petit des trois rameaux du nerf ophtalmique (V_1). Après son entrée dans l'orbite, il chemine le long du bord supérieur du muscle droit latéral (fig. 8.105). Il reçoit un rameau du nerf zygomaticotemporal, qui contient des fibres parasympathiques et sympathiques postganglionnaires destinées à la glande lacrymale.

Lorsqu'il atteint la partie antérolatérale de l'orbite, le nerf lacrymal innerve la glande lacrymale, la conjonctive, et la partie latérale de la paupière supérieure.

Nerf frontal

Le nerf frontal est le plus grand rameau du nerf ophtalmique (V_1) et reçoit des influx sensitifs de zones extérieures à l'orbite. Après son passage dans la fissure orbitaire, ce rameau se dirige en avant entre l'élévateur de la paupière supérieure et le périoste périorbitaire du toit (fig. 8.101). À peu près à mi-chemin dans sa traversée de l'orbite, il se divise en deux rameaux terminaux, les nerfs supraorbitaire et supratrochléaire (fig. 8.104 et fig. 8.105) :

- le nerf supratrochléaire continue en avant en direction antéromédiale, en passant au-dessus de la trochlée, sort de l'orbite en dedans du foramen supraorbitaire, et innerve la conjonctive et la peau de la paupière supérieure, ainsi que la peau de la partie inférieure et médiale du front ;
- le nerf supraorbitaire est le plus grand des deux rameaux, continue vers l'avant, en passant entre l'élévateur de la paupière supérieure et le périoste périorbitaire qui recouvre le toit (fig. 8.105), sort de l'orbite par l'incisure supraorbitaire et monte en croisant le front et le scalp, pour innerver la paupière supérieure et la conjonctive, le front et jusqu'à la moitié du scalp en arrière.

Nerf nasociliaire

Le nerf nasociliaire est de taille intermédiaire entre celles des nerfs frontal et lacrymal, et constitue habituellement le premier rameau du nerf ophtalmique (fig. 8.104). Il est le plus profondément situé dans l'orbite, et pénètre dans la cavité dans l'anneau tendineux commun entre les rameaux supérieur et inférieur du nerf oculomoteur (III) (voir fig. 8.101).

Dans l'orbite, le nerf nasociliaire croise la face supérieure du nerf optique en se dirigeant en direction médiale sous le muscle droit supérieur (fig. 8.104 et fig. 8.106). Son premier rameau, le **rameau communicant avec le ganglion ciliaire(racine sensitive du ganglion ciliaire)**, naît tôt dans son trajet dans l'orbite.

Le nerf nasociliaire se dirige en avant le long de la paroi médiale de l'orbite, entre les muscles oblique supérieur et droit médial, en donnant plusieurs rameaux (fig. 8.106). Ceux-ci comprennent :

- les **nerfs ciliaires longs**, qui sont sensitifs pour le bulbe oculaire, mais peuvent aussi contenir des fibres sympathiques pour la dilatation pupillaire ;
- le **nerf ethmoïdal postérieur**, qui sort de l'orbite par le foramen ethmoïdal pour innerver les cellules aériques ethmoïdales postérieures et l'os sphénoïde ;
- le **nerf infratrochléaire**, qui se distribue à la partie médiale des paupières supérieure et inférieure, au sac lacrymal, et à la peau de la moitié supérieure du nez ;
- le **nerf ethmoïdal antérieur**, qui sort de l'orbite à travers le foramen ethmoïdal antérieur pour innerver la fosse crânienne antérieure, la cavité nasale et la peau de la moitié inférieure du nez (fig. 8.106).

Nerf ethmoïdal postérieur
Nerf ethmoïdal antérieur
Nerf infratrochléaire
Muscle droit médial
Nerfs ciliaires longs
Nerfs ciliaires courts
Glande lacrymale
Latéral
Nerf lacrymal (rameau de V$_1$)
Droit latéral
Ganglion ciliaire
Nerf abducens (VI)
Rameau inférieur du nerf oculomoteur (III)
Nerf nasociliaire (rameau de V$_1$)
Rameau supérieur du nerf oculomoteur (III)

Figure 8.106 Trajet du nerf nasociliaire (rameau de V$_1$) dans l'orbite.

Ganglion ciliaire

Le ganglion ciliaire est un ganglion parasympathique du nerf oculomoteur (III). Il est associé au rameau nasociliaire du nerf ophtalmique (V$_1$), et constitue le site où les neurones parasympathiques préganglionnaires et postganglionnaires font relais, et à partir duquel les fibres de ce contingent autonome du SNP gagnent le bulbe oculaire. Le ganglion ciliaire est aussi traversé par des fibres sympathiques postganglionnaires et des fibres sensitives au cours de leur trajet vers le bulbe oculaire.

Le ganglion ciliaire est un très petit ganglion, situé dans la partie postérieure de l'orbite, immédiatement en dehors du nerf optique, et entre le nerf optique et le muscle droit latéral (fig. 8.106). Il est habituellement décrit comme recevant au moins deux et parfois trois rameaux ou racines provenant d'autres nerfs de l'orbite.

Racine parasympathique

En passant dans la zone où se situe le ganglion ciliaire, le rameau inférieur du nerf oculomoteur (III) donne un rameau pour le ganglion ciliaire (la racine parasympathique). Le rameau parasympathique contient des fibres parasympathiques préganglionnaires qui pénètrent dans le ganglion et font synapse avec les fibres parasympathiques postganglionnaires dans le ganglion (fig. 8.107).

Les fibres parasympathiques postganglionnaires quittent le ganglion dans les nerfs ciliaires courts, qui pénètrent dans la partie postérieure du bulbe oculaire autour du nerf optique.

Dans le bulbe oculaire, les fibres parasympathiques innervent :

- le sphincter de la pupille, responsable de la constriction pupillaire ;
- le muscle ciliaire, responsable de l'accommodation du cristallin de l'œil pour la vision rapprochée.

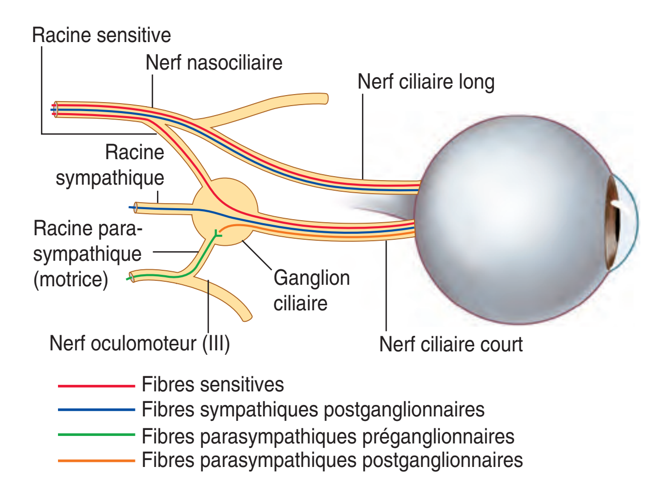


Figure 8.107 Ganglion ciliaire.



Racine sensitive

Un deuxième rameau (la racine sensitive) se dirige du nerf nasociliaire au ganglion (fig. 8.107). Ce rameau pénètre dans la face postérosupérieure du ganglion, et véhicule des fibres sensitives, qui traversent le ganglion et continuent le long des nerfs ciliaires courts du bulbe oculaire. Ces fibres sont responsables de l'innervation sensitive de tout le bulbe oculaire. Cependant, les fibres sympathiques peuvent emprunter d'autres voies vers le bulbe oculaire.

Racine sympathique

Le troisième rameau afférent au ganglion ciliaire est le plus variable. Ce rameau, lorsqu'il est présent, est la racine sympathique et contient des fibres sympathiques postganglionnaires issues du ganglion cervical supérieur (fig. 8.107). Ces fibres passent au-dessus de l'artère carotide interne, quittent le plexus qui entoure l'artère dans le sinus caverneux, et entrent dans l'orbite à travers l'anneau tendineux commun. Dans l'orbite, elles pénètrent dans le ganglion ciliaire par sa partie postérieure, et continuent le long des nerfs ciliaires courts jusqu'au bulbe oculaire. Cependant, les fibres sympathiques peuvent emprunter d'autres voies vers le bulbe oculaire.

Les fibres sympathiques du bulbe oculaire peuvent ne pas entrer dans le ganglion et constituer un rameau séparé. Les fibres sympathiques postganglionnaires peuvent quitter le plexus à en accompagnant l'artère carotide interne dans le sinus caverneux, s'unir au nerf ophtalmique (V_1) et cheminer dans le ganglion ciliaire par l'intermédiaire dans la racine sensitive du nerf nasociliaire. La fissure orbitaire supérieure est située entre la grande aile et la petite aile du sphénoïde qui participe au toit de l'orbite (fig. 8.107).

Quelle que soit leur organisation, les fibres sympathiques postganglionnaires gagnent le bulbe oculaire et innervent le muscle dilatateur de la pupille.

Bulbe oculaire

Le bulbe oculaire occupe la partie antérieure de l'orbite. Sa circonférence est interrompue en avant, où il présente un bombement antérieur. Cette zone bombée en avant représente un sixième de la surface totale du bulbe oculaire, et constitue la cornée (fig. 8.108).

En arrière de la cornée, et d'avant en arrière, se situent la chambre antérieure, l'iris et la pupille, la chambre postérieure, le cristallin, la chambre vitrée et la rétine.

Chambres antérieure et postérieure

La **chambre antérieure** est la partie située directement en arrière de la cornée, et en avant de la partie colorée de l'œil (l'**iris**). L'ouverture centrale de l'iris est la **pupille**. En arrière de l'iris et en avant du cristallin se situe la **chambre postérieure**, plus petite.

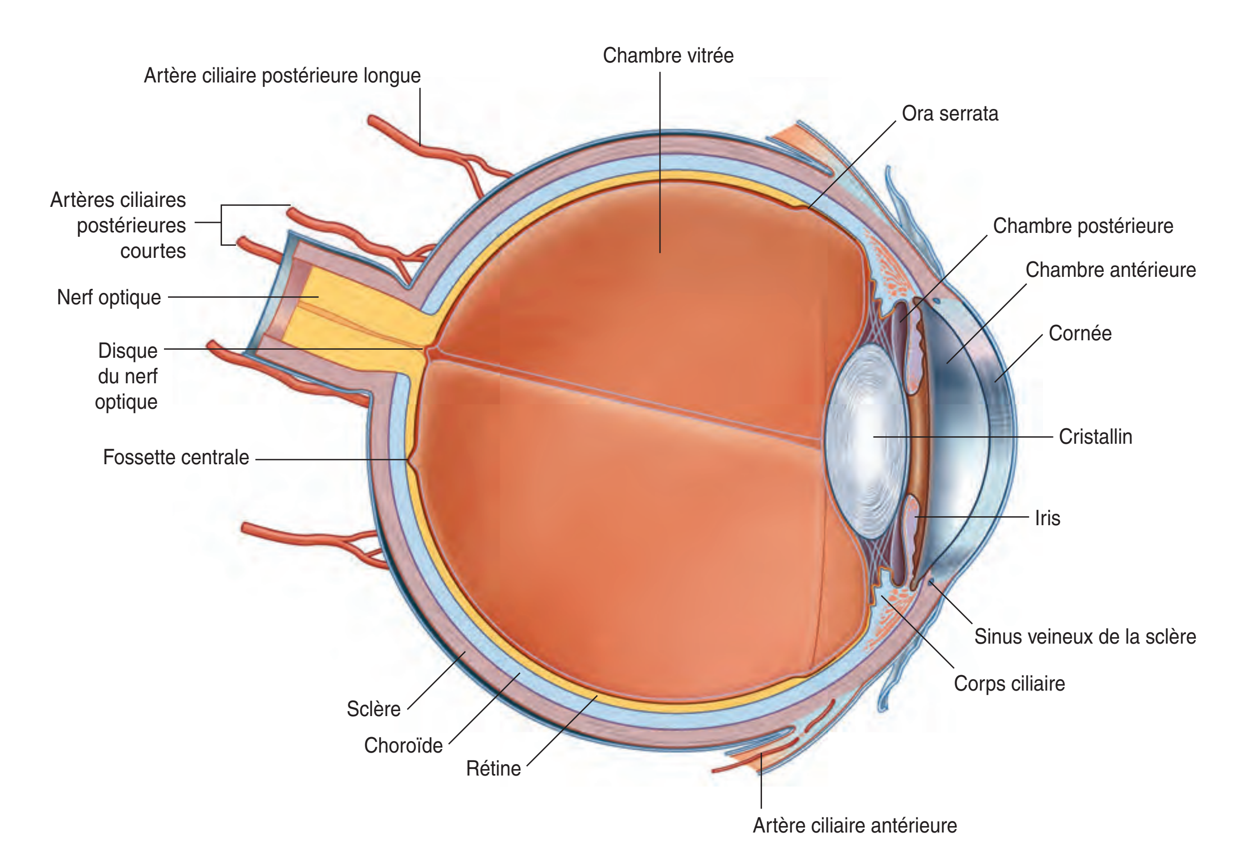


Figure 8.108 Bulbe oculaire.

Les chambres antérieure et postérieure sont en continuité l'une avec l'autre par l'ouverture de la pupille. Elles sont remplies de liquide (l'**humeur aqueuse**), qui est sécrétée dans la chambre postérieure, passe dans la chambre antérieure par la pupille, et est absorbée par le **sinus veineux de la sclère** (le canal de Schlemm), qui est un canal veineux circulaire situé à la jonction de la cornée et de l'iris (fig. 8.108).

L'humeur aqueuse a un rôle nutritif pour la cornée et le cristallin, qui sont avasculaires, et maintient la pression intraoculaire. Si le cycle normal de production et de réabsorption est perturbé et que le liquide s'accumule, la pression intraoculaire augmente. Cet état pathologique (le glaucome) peut provoquer différents troubles visuels.

Cristallin et corps vitré

Le **cristallin** sépare le cinquième antérieur du bulbe oculaire des quatre cinquièmes postérieurs (fig. 8.108). C'est un disque transparent, biconvexe, élastique, attaché par sa circonférence aux muscles de la paroi externe du bulbe oculaire. Cette insertion périphérique confère au cristallin la capacité de changer ses propriétés réfringentes pour maintenir l'acuité visuelle. Le terme qui désigne l'opacification du cristallin est la cataracte.

Les quatre cinquièmes postérieurs du bulbe oculaire, du cristallin à la rétine, sont occupés par la chambre vitrée (fig. 8.108). Ce segment est rempli d'une substance gélatineuse transparente, le **corps vitré**. Cette substance, à la différence de l'humeur aqueuse, ne peut pas être remplacée.

Paroi du bulbe oculaire

La paroi du bulbe oculaire entoure les composants internes. Elle est formée de trois tuniques : une tunique externe fibreuse, une tunique moyenne vasculaire et une tunique interne rétinienne (fig. 8.108).

- La tunique externe est formée de la sclère en arrière et de la cornée en avant.
- La tunique moyenne est formée de la **choroïde** en arrière, en continuité avec le corps ciliaire et l'iris en avant.
- La couche interne comprend la partie optique de la **rétine** en arrière, et la partie non visuelle de la rétine qui couvre la surface interne du corps ciliaire et de l'iris en avant.

En clinique

Glaucome
La pression intraoculaire augmentera si le cycle de production et de réabsorption de l'humeur aqueuse est perturbé de telle manière que la quantité de liquide augmente. Cette pathologie constitue le glaucome et peut conduire à différents problèmes visuels, jusqu'à la cécité, qui résulte de la compression de la rétine et de sa vascularisation sanguine.

Vaisseaux

Vascularisation artérielle

La vascularisation artérielle du bulbe oculaire est assurée par plusieurs afférences :

- les artères ciliaires courtes sont des branches de l'artère ophtalmique qui percent la sclère autour du nerf optique et pénètrent dans la couche choroïdienne (fig. 8.108) ;
- les artères ciliaires postérieures longues, habituellement au nombre de deux, entrent dans la sclère sur les côtés médial et latéral du nerf optique, et se dirigent en avant dans la couche choroïdienne pour s'anastomoser avec les artères antérieures ciliaires ;
- les artères ciliaires antérieures sont des branches des artères qui vascularisent les muscles (fig. 8.108) – ces artères pénètrent dans la sclère au niveau des points d'attache des muscles et s'anastomosent avec les artères ciliaires postérieures longues dans la couche choroïdienne ;
- l'artère centrale de la rétine qui a traversé le nerf optique entre dans la zone de la rétine dans le disque du nerf optique.

Drainage veineux

Le drainage veineux du bulbe oculaire est principalement assuré par le drainage de la couche choroïdienne. Quatre grandes veines (les veines vorticineuses) sont mises en jeu. Elles sortent à travers la sclère dans chacun des quadrants postérieurs du bulbe oculaire, et s'abouchent dans les veines ophtalmiques supérieures et inférieures. Il existe aussi une veine centrale de la rétine qui accompagne l'artère centrale de la rétine.

En clinique

Cataracte
Avec l'âge et certains états pathologiques, le cristallin de l'œil peut devenir opaque. L'augmentation de cette opacité conduit à une limitation visuelle. Une intervention à présent très fréquemment pratiquée permet l'excision du cristallin opacifié et son remplacement par un cristallin artificiel.



En clinique

Ophtalmoscopie

La visualisation directe du corps vitré de l'œil est possible cliniquement. Elle est réalisée par l'utilisation d'un ophtalmoscope, qui est constitué d'un petit faisceau lumineux alimenté par piles et équipé d'une petite lentille qui permet la visualisation directe du corps vitré et de la paroi postérieure de l'œil à travers la pupille et le cristallin. Il est parfois nécessaire d'instiller un collyre directement pour dilater la pupille et faciliter la visualisation de l'œil.

Le nerf optique est facilement observé au niveau du disque optique. Les quatre branches de l'artère centrale de la rétine et la fovéa sont également bien vues.

L'utilisation de l'ophtalmoscope permet à l'examinateur d'observer des pathologies du nerf optique, des anomalies vasculaires et des modifications dans la rétine (fig. 8.109).

Artériole et venule temporales supérieures de la rétine
Artériole et veinule nasales supérieures de la rétine
Artère centrale de la rétine
Nasal
Disque optique
Veine centrale de la rétine
Artériole et veinule maculaires inférieures
Temporal
Macula et fossette centrale
Artériole et veinule temporales inférieures de la rétine
Artériole et veinule nasales inférieures de la rétine

Figure 8.109 Vue en ophtalmoscopie de la chambre postérieure de l'œil droit.

Tunique fibreuse du bulbe oculaire

La tunique fibreuse du bulbe oculaire est formée de deux éléments : la sclère qui couvre les parties postérieure et latérale du bulbe oculaire, soit environ cinq sixièmes de sa surface, et la cornée qui occupe la partie antérieure (fig. 8.108).

Sclère

La sclère est une couche opaque de tissu conjonctif dense qui peut être vue en avant à travers son enveloppe conjonctivale comme le «blanc des yeux». Elle est percée par de nombreux nerfs et vaisseaux, dont le nerf optique en arrière, et donne insertion aux différents muscles qui participent aux mouvements du bulbe oculaire.

La gaine du bulbe oculaire couvre la surface externe de la sclère, de l'émergence du nerf optique jusqu'à la jonction sclérocornéenne, alors que la surface profonde de la sclère est lâchement adhérente à la choroïde de la tunique vasculaire.

Cornée

La cornée, transparente, est en continuité avec la sclère en avant. Elle couvre le sixième antérieur de la surface du bulbe oculaire et, du fait de sa transparence, permet l'entrée de la lumière dans le bulbe oculaire.

Tunique vasculaire du bulbe oculaire

La tunique vasculaire du bulbe oculaire comprend trois parties : la choroïde, le corps ciliaire et l'iris, d'arrière en avant (fig. 8.108).

Choroïde

La choroïde est en situation postérieure et représente approximativement les deux tiers de la tunique vasculaire. Elle est fine, richement vascularisée, pigmentée, formée de petits vaisseaux adjacents à la rétine et de vaisseaux plus grands et plus périphériques. Elle est fermement attachée à la rétine en dedans et lâchement attachée à la sclère en dehors.

Corps ciliaire

Le corps ciliaire est développé au bord antérieur de la choroïde (fig. 8.108). Cette structure de forme triangulaire, entre la choroïde et l'iris, forme un anneau complet autour du bulbe oculaire. Ses composants sont le muscle ciliaire et les procès ciliaires (fig. 8.110).

Le **muscle ciliaire** est constitué de fibres musculaires lisses longitudinales, circulaires et radiales. Contrôlées par les afférences parasympathiques destinées à l'orbite dans le nerf oculomoteur (III), ces fibres musculaires, en se contractant, diminuent la taille de l'anneau formé par le corps ciliaire.

Les **procès ciliaires** forment des crêtes longitudinales à la surface interne du corps ciliaire (fig. 8.110). Les **fibres zonulaires** qui s'insèrent sur eux attachent le cristallin au bulbe oculaire, le maintiennent en position et forment ensemble le **ligament suspenseur du cristallin**.

La contraction du muscle ciliaire diminue la taille de l'anneau formé par le corps ciliaire. Cela réduit la tension du ligament suspenseur du cristallin. Le cristallin devient alors plus convexe (en relâchement), ce qui permet l'accommodation du cristallin pour la vision rapprochée.

Les procès ciliaires contribuent aussi à la formation de l'humeur aqueuse.

Iris

L'iris complète la couche vasculaire du bulbe oculaire en avant (fig. 8.108). Cette structure circulaire, développée à partir des corps ciliaires, est la portion colorée de l'œil, et présente une ouverture centrale (la pupille). Des fibres musculaires lisses (sphincter de la pupille) et des cellules myoépithéliales (dilatateur de la pupille) contrôlent la taille de la pupille dans l'iris (fig. 8.110) :

- les fibres organisées en structure circulaire constituent le **muscle sphincter de la pupille** (tableau 8.9), qui est innervé par les fibres parasympathiques – la contraction de ces fibres diminue l'ouverture pupillaire (constriction de la pupille) ;

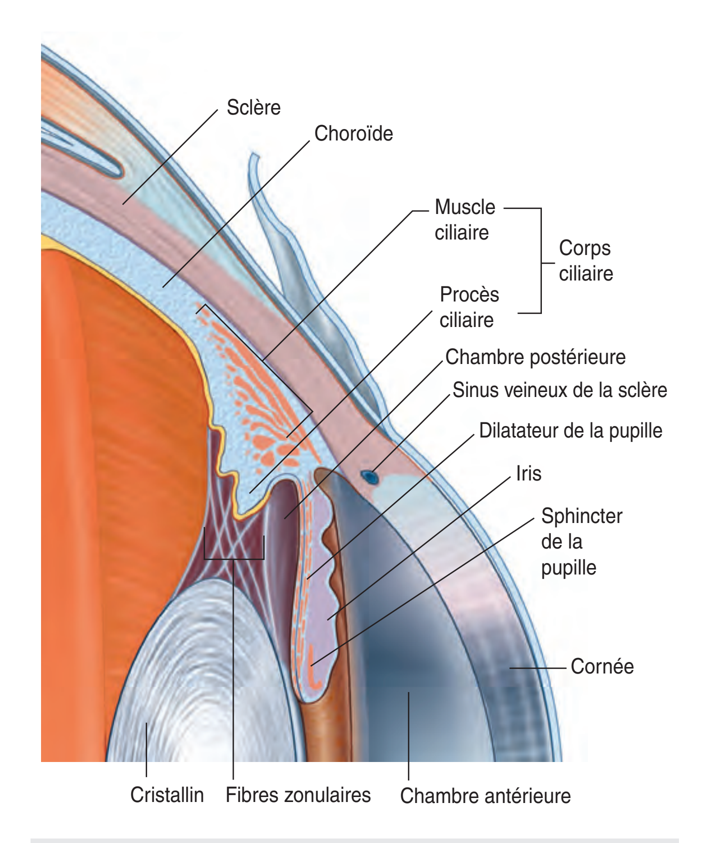
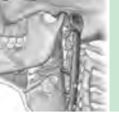


Figure 8.110 Corps ciliaire.

Tableau 8.9 Muscles intrinsèques de l'œil.

Muscle	Situation	Innervation	Fonction
Ciliaire	Fibres musculaires dans le corps ciliaire	Contingent parasympathique du nerf oculomoteur (III)	Constriction du corps ciliaire, relâchement de la tension du cristallin, augmentation de la convexité du cristallin
Sphincter de la pupille	Fibres circulaires dans l'iris	Contingent parasympathique du nerf oculomoteur (III)	Constriction de la pupille
Dilatateur de la pupille	Fibres radiales dans l'iris	Fibres sympathiques du ganglion cervical supérieur (T1)	Dilatation de la pupille



- les fibres contractiles disposées en structure radiale constituent le **muscle dilatateur de la pupille**, qui est innervé par le système sympathique – la contraction de ces fibres augmente l'ouverture de la pupille (dilatation pupillaire).

Tunique interne du bulbe oculaire

La tunique interne du bulbe oculaire est la **rétine** (fig. 8.108). Elle est constituée de deux parties. En arrière et latéralement se situe la **partie optique de la rétine**, qui est sensible à la lumière, et en avant se situe la **partie non visuelle**, qui couvre la surface interne du corps ciliaire et de l'iris. La jonction entre ces portions est une ligne irrégulière (l'**ora serrata**).

Partie optique de la rétine

La partie optique de la rétine est formée de deux couches, une couche externe pigmentée et une couche interne nerveuse :

- la **couche pigmentée** est fermement attachée à la choroïde et se poursuit en avant à la surface interne du corps ciliaire et de l'iris ;
- la **couche nerveuse**, qui pourra ultérieurement être divisée en ses différents composants nerveux, est seulement attachée à la couche pigmentée autour du disque du nerf optique et au niveau de l'ora serrata.

C'est la couche nerveuse qui se détache lors d'un décollement de rétine.

Plusieurs détails sont bien visibles dans la partie postérieure de la surface de la partie optique de la rétine.

Le **disque du nerf optique** correspond à la zone où le nerf optique quitte la rétine (fig. 8.109). Il est plus fin que la rétine qui l'entoure, et les branches de l'artère centrale de la rétine s'écartent de ce point pour vasculariser la rétine. Du fait de l'absence de récepteurs photosensibles dans le disque du nerf optique, il est considéré comme la tache aveugle de la rétine.

En dehors du nerf optique, une petite zone de coloration jaune forme la **macula**, avec sa dépression centrale, la **fossette centrale** (**fovea centralis**) (fig. 8.109). Cela constitue la plus fine partie de la rétine. La sensibilité visuelle à ce niveau est plus élevée que dans tout le reste de la rétine car il y a peu de **bâtonnets** (cellules réceptrices photosensibles qui fonctionnent en lumière faible et sont insensibles à la couleur) et plus de **cônes** (cellules réceptrices photosensibles qui réagissent à la lumière intense et sont sensibles à la couleur).

En clinique

Tomographie en cohérence optique de haute définition

La tomographie en cohérence optique de haute définition (HD-OCT) (fig. 8.111) est une procédure utilisée pour obtenir des images de subsurface de matériels transparents ou opaques. Elle est semblable à l'échographie, bien qu'elle utilise la lumière et non pas les ultrasons pour produire des images en coupes de haute résolution. Elle est particulièrement utile dans le diagnostic et la prise en charge des pathologies du nerf optique et de la rétine.

Membrane épirétinienne

Une membrane épirétinienne (fig. 8.112) est une fine couche de tissu fibreux qui se développe sur la surface de la rétine dans l'aire de la macula et provoque des troubles visuels. Si les problèmes visuels sont importants, une exérèse chirurgicale de la membrane peut être nécessaire.

En clinique—Suite

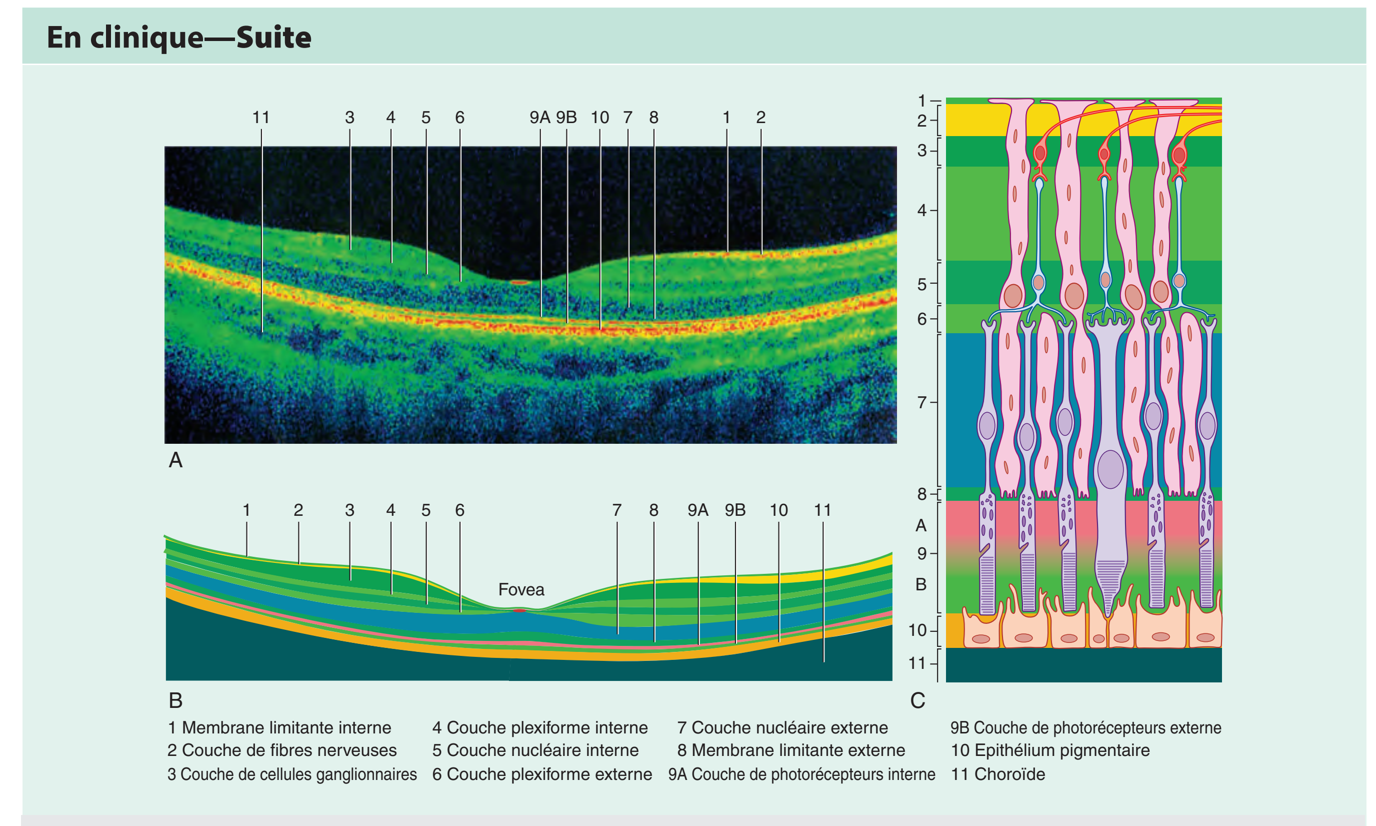


Figure 8.111 Couches de la rétine dans un œil sain. **A.** Coupe HD-OCT d'un œil sain. **B.** Schéma représentant les couches de la rétine sur une coupe HD-OCT d'un œil sain. **C.** Diagramme représentant les couches de la rétine.

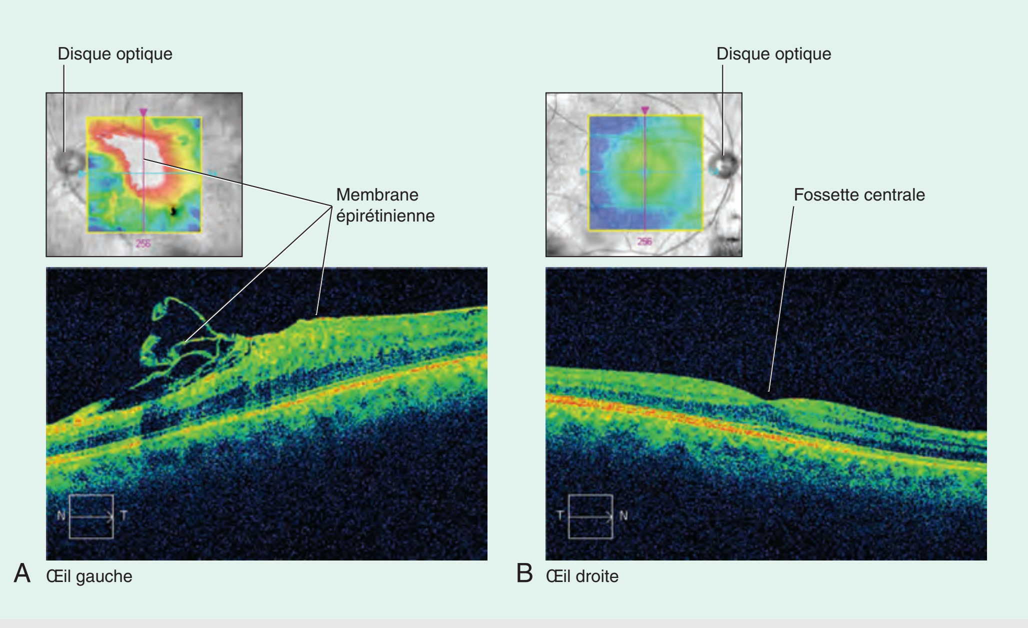


Figure 8.112 Tomographie en cohérence optique de haute définition (HD-OCT). **A.** Œil pathologique. **B.** Œil sain.



OREILLE

L'oreille est l'organe de l'audition et de l'équilibration. Elle est formée de trois parties (fig. 8.113) :

- la première partie est l'**oreille externe**, et comprend la portion attachée à la face latérale de la tête et le canal qui s'ouvre à ce niveau ;
- la deuxième partie est l'**oreille moyenne** – une cavité creusée dans la partie pétreuse de l'os temporal, limitée latéralement et séparée du canal externe par une membrane, et en communication en dedans avec le pharynx par un tube étroit ;
- la troisième partie est l'**oreille interne**, formée d'une série de cavités creusées dans la partie pétreuse de l'os temporal, entre l'oreille moyenne en dehors et le méat acoustique interne en dedans.

L'oreille interne convertit les signaux mécaniques reçus de l'oreille moyenne, à partir de la captation d'un son par l'oreille externe, en signaux électriques qui vont transmettre l'information au cerveau. L'oreille interne contient aussi des récepteurs qui détectent le mouvement et la position.

Figure 8.113 Oreille droite.

Oreille externe

L'oreille externe est formée de deux parties. La partie placée sur le côté de la tête est l'**auricule** (**pavillon de l'oreille**), et le canal dirigé en dedans est le **méat acoustique externe**.

Auricule

L'auricule est sur le côté de la tête et contribue à la captation des sons. Il est formé de cartilage recouvert de peau, et présente une structure marquée par des reliefs et des fossettes (fig. 8.114).

Le grand anneau qui circonscrit l'auricule est l'**hélix**. Il se termine en bas au niveau du lobule, souple, qui n'a pas d'armature cartilagineuse.

Le centre concave de l'auricule est la **conque de l'auricule**. Le méat acoustique externe débute à la partie profonde de la conque.

Juste en avant de l'ouverture du méat acoustique externe, en avant de la conque, se situe un relief (le **tragus**). À l'opposé du tragus et au-dessus du **lobule** souple, se place un autre relief (l'**antitragus**). Un anneau plus petit, parallèle et antérieur par rapport à l'hélix, est formé par l'**anthélix**.

Muscles

De nombreux muscles intrinsèques et extrinsèques sont associés à l'auricule :

- les muscles intrinsèques passent entre les différentes parties cartilagineuses de l'auricule et peuvent modifier la forme de ce dernier ;
- les muscles extrinsèques, muscles auriculaires antérieur, supérieur et postérieur, vont du scalp ou du crâne à l'auricule et jouent un rôle dans le positionnement de l'auricule (voir fig. 8.56).

Les deux groupes de muscles sont innervés par le nerf facial (VII).

Innervation

L'innervation sensitive de l'auricule provient de plusieurs sources (fig. 8.115) :

- les surfaces les plus superficielles de l'auricule sont innervées par le nerf grand auriculaire (parties inférieures

Hélix
Anthélix
Conque
Tragus
Méat acoustique externe
Antitragus
Lobule

Figure 8.114 Auricule.

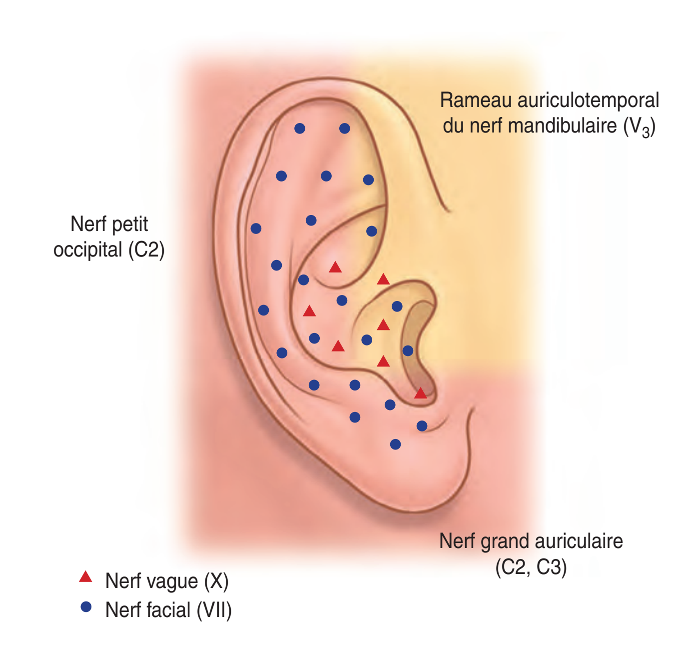


Figure 8.115 Innervation sensitive de l'auricule.



antérieure et postérieure), le nerf petit occipital (partie supérieure et postérieure), rameaux du plexus cervical, et par le rameau auriculotemporal du nerf mandibulaire (V_3) (partie supérieure et antérieure) ;

- les portions profondes de l'auricule sont innervées par des rameaux du nerf vague (X) (rameau auriculaire) et du nerf facial (VII) (qui donne un rameau pour le rameau auriculaire du nerf vague (X).

Vaisseaux

La vascularisation artérielle de l'auricule provient de plusieurs afférences. L'artère carotide externe donne l'artère auriculaire postérieure, l'artère temporale superficielle donne les branches auriculaires antérieures, et l'artère occipitale donne une branche.

Le drainage veineux est assuré par des vaisseaux satellites des artères.

Le drainage lymphatique de l'auricule gagne en avant les nœuds lymphatiques parotidiens et en arrière les nœuds lymphatiques mastoïdiens, et peut aussi se diriger vers les nœuds cervicaux profonds supérieurs.

Méat acoustique externe

Le méat acoustique externe s'étend de la partie la plus profonde de la conque à la **membrane tympanique** (tympan), et mesure environ 2,5 cm de long (fig. 8.116). Ses parois sont constituées de cartilage et d'os. Le tiers latéral est formé de prolongements cartilagineux de certains des cartilages auriculaires, et les deux tiers médiaux, d'un tunnel osseux creusé dans l'os temporal.

Le méat acoustique externe est tapissé de peau sur toute sa longueur, avec des follicules pileux et des glandes sébacées, et des glandes cérumineuses qui sécrètent le **cérumen** (substance cireuse). Son diamètre varie : il est plus large en dehors et plus étroit en dedans.

Le trajet du méat acoustique externe n'est pas rectiligne. Depuis l'ouverture externe (le pore acoustique externe), il suit une direction supérieure et antérieure, puis il s'incline légèrement en arrière tout en gardant son orientation supérieure et, enfin, il prend une direction antérieure et légèrement descendante. Au cours de l'examen du méat acoustique externe et de la membrane tympanique, l'observation est améliorée par la traction de l'auricule en haut, en arrière et un peu latéralement.

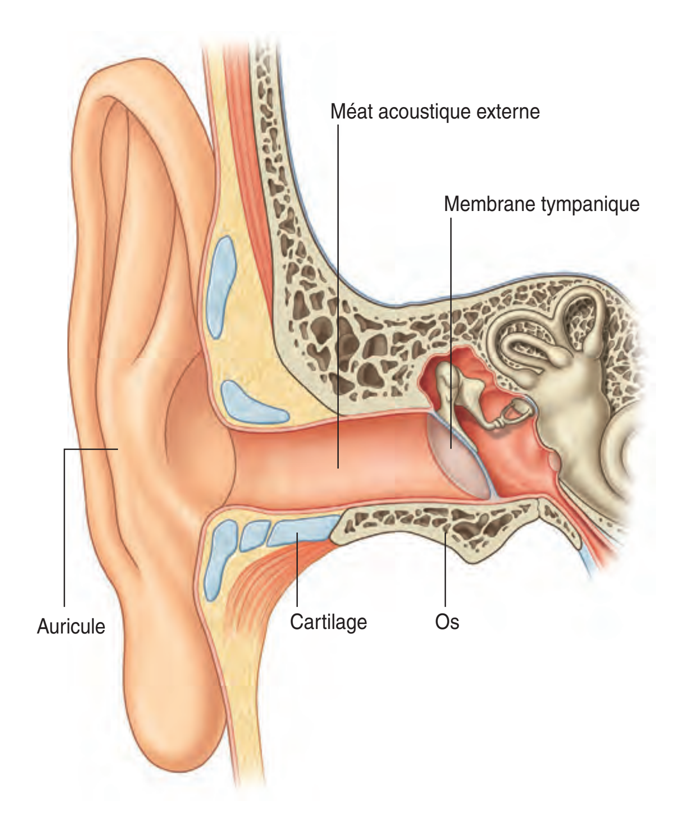


Figure 8.116 Méat acoustique externe.

Innervation

L'innervation sensitive du méat acoustique externe est assurée par plusieurs nerfs crâniens. L'essentiel de l'innervation sensitive est apporté par le nerf auriculotemporal, rameau du nerf mandibulaire (V_3) (parois antérieure et supérieure), et par le rameau auriculaire du nerf vague (X) (parois postérieure et inférieure). Une faible partie de l'innervation sensitive peut être assurée par un rameau du nerf facial (VII) qui rejoint le nerf vague (X).

Membrane tympanique

La membrane tympanique sépare le méat acoustique externe de l'oreille moyenne (fig. 8.117 et fig. 8.118). Elle est inclinée, oblique en dedans de haut en bas et d'arrière en avant. Sa face latérale regarde donc en bas et en avant. Elle est formée d'une couche centrale de tissu conjonctif, recouverte de peau en dehors, et tapissée par une membrane muqueuse à sa face interne.

En périphérie de la membrane tympanique, un anneau fibrocartilagineux (l'**anneau tympanique**) l'attache à la partie tympanique de l'os temporal. En son centre, une zone

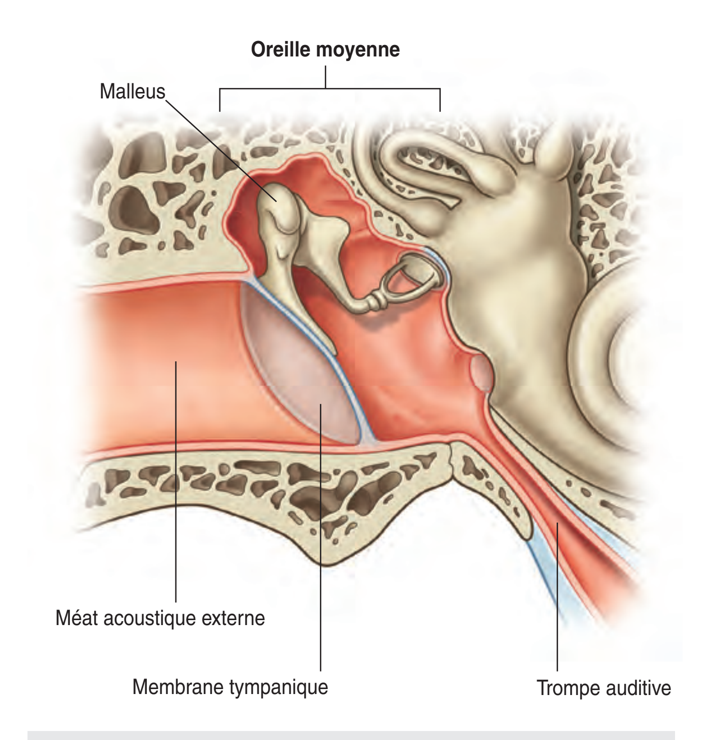


Figure 8.117 Oreille moyenne.

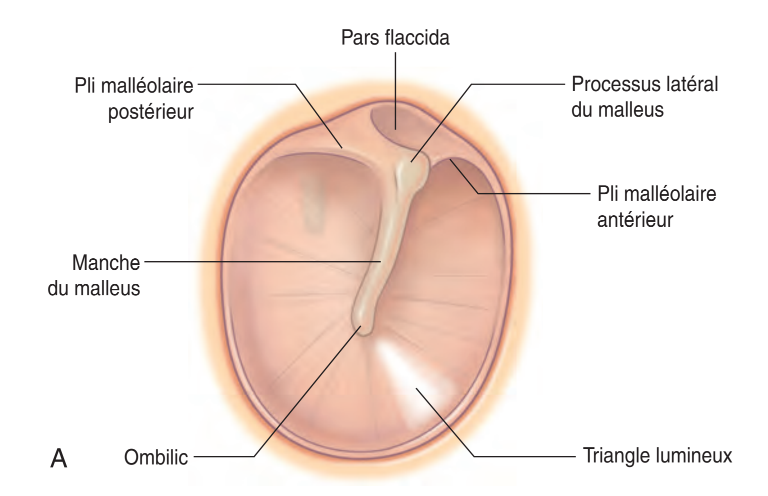




Figure 8.118 Membrane tympanique. **A.** Schéma. **B.** Vue otoscopique.



concave est produite par l'accolement à sa surface interne du **manche du malleus**, partie du malleus qui est l'un des os de l'oreille moyenne. Ce point d'attache est l'**ombilic de la membrane tympanique**.

En avant et en bas par rapport à l'ombilic de la membrane tympanique, une zone de réflexion plus intense de la lumière, appelée le triangle lumineux, est normalement visible lors de l'examen de la membrane tympanique avec un otoscope.

Au-dessus de l'ombilic, dirigé vers l'avant, le relief dû à l'accolement du manche du malleus est visible (fig. 8.118). À la partie supérieure de ce relief, le **processus latéral du malleus** est également visible, plaqué contre la face interne de la membrane tympanique. De même, les **plis malléolaires antérieur** et **postérieur** soulèvent la membrane tympanique par sa face interne de part et d'autre du relief du processus latéral du malleus. La partie de la membrane tympanique située au-dessus de ces plis malléolaires est fine et souple (**pars flaccida**), alors que le reste de la membrane est épais et tendu (**pars tensa**).

Innervation

L'innervation des surfaces interne et externe de la membrane tympanique est assurée par plusieurs nerfs :

- l'innervation sensitive de la peau à la face externe de la membrane tympanique est surtout assurée par le nerf auriculotemporal, rameau du nerf mandibulaire (V_3), avec la participation adjointe du rameau auriculaire du nerf vague (X), une petite contribution par un rameau du nerf facial (VII) pour le rameau auriculaire du nerf vague (X), et une contribution possible du nerf glossopharyngien (IX) ;
- l'innervation sensitive de la muqueuse à la surface interne de la membrane tympanique est entièrement apportée par le nerf glossopharyngien (IX).

En clinique

Otite moyenne

Le conduit auditif (trompe d'Eustache) relie l'oreille moyenne au pharynx et équilibre la pression entre l'oreille externe et l'oreille moyenne. Les coups de froid et les allergies, surtout chez l'enfant, peuvent provoquer un œdème de la muqueuse du conduit auditif, qui peut empêcher le drainage normal du liquide de l'oreille moyenne. Le liquide s'accumule alors derrière la membrane tympanique, constituant un milieu favorable au développement des bactéries et des virus et provoquant une otite moyenne. Non traitée, l'otite moyenne peut conduire à la perforation de la membrane tympanique, un déficit auditif, une méningite et un abcès cérébral.

En clinique

Examen de l'oreille

L'oreille est formée de trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne.

L'examen clinique vérifie l'audition et l'équilibration. Des examens complémentaires peuvent associer l'examen otoscopique et d'autres techniques d'imagerie.

Oreille externe

L'oreille externe est facilement examinée. Le méat acoustique externe et la membrane tympanique nécessitent un examen otoscopique (fig. 8.118B). L'otoscope est un appareil qui projette une lumière et qui agrandit l'image pour inspecter le méat acoustique externe et la membrane tympanique.

L'examen commence en attirant la partie postérosupérieure de l'auricule pour aligner le méat acoustique externe. La membrane tympanique normale est relativement translucide et a une couleur rosée. Le manche du malleus est visible près du centre de la membrane. En position 5 heures, un triangle lumineux est toujours observé.

Oreille moyenne et oreille interne

L'oreille moyenne est examinée par tomodensitométrie (TDM) et imagerie par résonance magnétique (IRM) pour mettre en évidence le malleus, l'incus et le stapes. Les rapports de ces os dans la cavité de l'oreille moyenne sont vérifiés et toute masse est identifiée.

L'oreille interne est également étudiée par TDM et IRM.

En clinique

Oreille du nageur
L'oreille du nageur, souvent appelée otite externe, est un état douloureux qui résulte d'une infection dans le méat acoustique externe. Cette pathologie survient souvent chez les nageurs.

En clinique

Oreille du surfeur
L'oreille du nageur, souvent appelée otite externe, est un état douloureux qui résulte d'une infection dans le méat acoustique externe. Cette pathologie survient souvent chez les nageurs.

En clinique

Perforation de la membrane tympanique
Bien qu'une perforation de la membrane tympanique (tympan) puisse être en rapport avec de nombreuses causes, les traumatismes et l'infection en sont les causes les plus fréquentes.

Les perforations de la membrane tympanique évoluent spontanément vers la cicatrisation, mais une intervention chirurgicale peut être nécessaire si la rupture est importante.

De temps en temps, il est nécessaire de perforer la membrane tympanique pour ouvrir l'oreille moyenne. Comme la corde du tympan chemine dans le tiers supérieur de la membrane tympanique, les incisions sont toujours situées sous ce niveau. La vascularisation artérielle plus riche de la portion postérieure de la membrane tympanique conduit à réaliser cet abord chirurgical dans la partie postéro-inférieure.

L'otite moyenne (infection de l'oreille moyenne) est fréquente et peut conduire à la perforation de la membrane tympanique. L'infection peut habituellement être traitée par antibiothérapie.

Si l'infection persiste, les remaniements liés à l'inflammation chronique peuvent détruire la chaîne ossiculaire et les autres structures contenues dans l'oreille moyenne et produire une surdité.

Oreille moyenne

L'oreille moyenne est un espace creusé dans l'os temporal, rempli d'air, tapissé par une membrane muqueuse, entre la membrane tympanique latéralement et la paroi de l'oreille interne médialement. On lui décrit deux parties (fig. 8.119) :

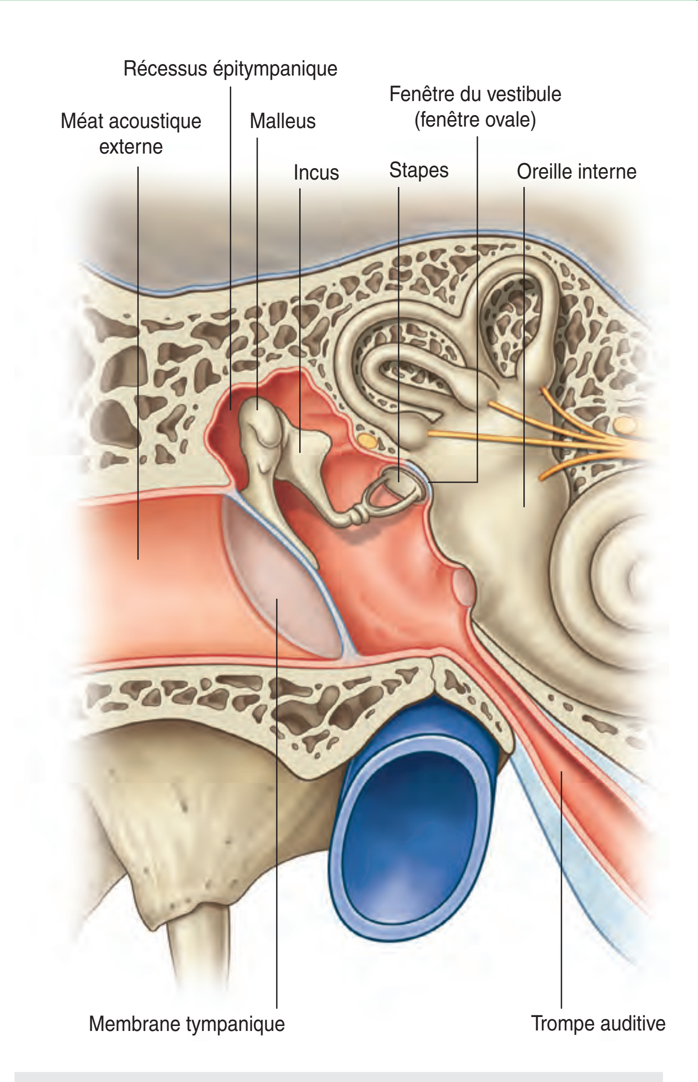


Figure 8.119 Les différentes parties de l'oreille moyenne.

- la **cavité tympanique** (ou caisse tympanique), immédiatement adjacente à la membrane tympanique ;
- le **récessus épitympanique**, dans sa partie supérieure.

L'oreille moyenne communique avec la région mastoïdienne en arrière, et avec le nasopharynx en avant (par la trompe auditive). Sa fonction est la transmission des vibrations de la membrane tympanique à travers la cavité de l'oreille moyenne jusqu'à l'oreille interne. Cela est réalisé par la mobilisation de trois petits os solidaires mais mobiles les uns par rapport aux autres, placés entre la membrane tympanique et l'oreille interne. Ces os sont le malleus (attaché à la membrane tympanique), l'incus (attaché au malleus par une articulation synoviale) et le stapes (attaché à l'incus par une articulation synoviale et à la fenêtre du vestibule [fenêtre ovale] de la paroi latérale de l'oreille interne).

Limites

L'oreille moyenne a un toit et un plancher, et des parois antérieure, postérieure, médiale et latérale (fig. 8.120).

Paroi tegmentale

La paroi supérieure ou tegmentale (toit) de l'oreille moyenne consiste en une mince couche osseuse, qui sépare l'oreille moyenne de la fosse crânienne moyenne. Cette couche osseuse constitue le tegmen tympani à la surface antérosupérieure de la partie pétreuse de l'os temporal.

Paroi jugulaire

La paroi inférieure ou jugulaire (plancher) de l'oreille moyenne est constituée par une fine couche d'os qui la sépare de la veine jugulaire. Le plancher peut être épaissi du fait de la présence occasionnelle de cellules aériques mastoïdiennes.

Près du bord médial du plancher, une petite ouverture livre passage au rameau tympanique du nerf glossopharyngien (IX) qui pénètre dans l'oreille moyenne.

Paroi membraneuse

La paroi latérale ou membraneuse de l'oreille moyenne est formée presque entièrement par la membrane tympanique, mais comme celle-ci ne s'étend pas en haut dans le récessus épitympanique ; et la paroi latérale dans sa partie supérieure est formée par la paroi latérale du récessus épitympanique.

Figure 8.120 Limites de l'oreille moyenne.

Paroi mastoïdienne

La paroi postérieure ou mastoïdienne de l'oreille moyenne est partiellement complète. La partie inférieure de la paroi est formée par une cloison osseuse entre la cavité tympanique et les cellules aériques mastoïdiennes. En haut, le récessus épitympanique est en continuité avec l'**aditus ad antrum** (orifice postérieur qui ouvre le passage vers l'antre mastoïdien) (fig. 8.120 et fig. 8.121).

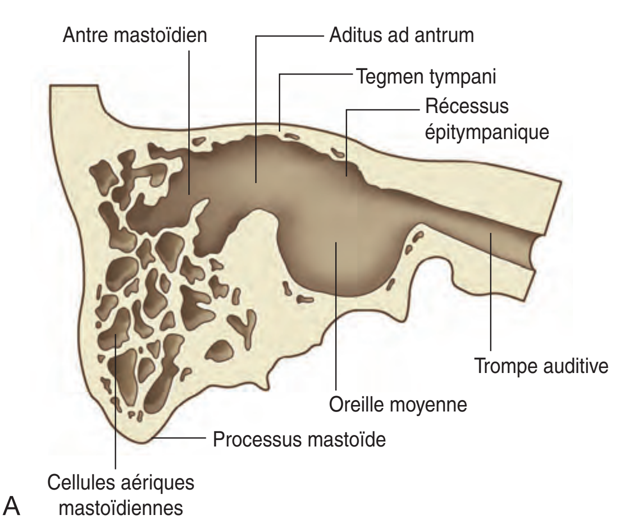




Figure 8.121 Coupe verticale frontale de l'antre mastoïdien droit. Parois osseuses. **A.** Schéma. **B.** Coupe tomodensitométrique de haute résolution de l'oreille gauche (partie pétreuse de l'os temporal).

On décrit avec la paroi mastoïdienne :

- l'éminence pyramidale, petite saillie sous laquelle le tendon du muscle stapédien entre dans l'oreille moyenne ;
- l'ouverture par laquelle le nerf de la corde du tympan, rameau du nerf facial (VII), entre dans l'oreille moyenne.

Paroi antérieure

La paroi antérieure de l'oreille moyenne est partiellement incomplète. La partie inférieure est formée par une couche fine d'os qui sépare la cavité tympanique de l'artère carotide interne. Dans la partie supérieure, la paroi présente :

- une grande ouverture pour l'entrée de la trompe auditive dans l'oreille moyenne ;
- une plus petite ouverture pour le canal qui contient le muscle tenseur du tympan.

Le foramen qui permet au nerf de la corde du tympan de sortir de l'oreille moyenne est aussi associé à cette paroi (fig. 8.120).

Paroi labyrinthique

La paroi labyrinthique (médiale) de l'oreille moyenne est aussi la paroi latérale de l'oreille interne. Une saillie arrondie proéminente (le **promontoire**) correspond à la partie basale de la **cochlée**, qui est une structure de l'oreille interne qui joue un rôle important dans l'audition (fig. 8.120).

Associé à la muqueuse qui recouvre le promontoire, un plexus de nerfs (le **plexus tympanique**) est constitué par les rameaux tympaniques du nerf glossopharyngien (IX) et de rameaux provenant du plexus carotidien interne. Ce plexus assure l'innervation de la muqueuse de l'oreille moyenne, des cavités mastoïdiennes et de la trompe auditive.

De plus, un rameau du plexus tympanique (le nerf petit pétreux) quitte le promontoire et l'oreille moyenne, croise la face antérieure de la partie pétreuse de l'os temporal, et quitte la fosse crânienne moyenne par le foramen ovale pour entrer dans le ganglion otique. La paroi labyrinthique présente deux ouvertures, les fenêtres ovale et ronde, et deux saillies proéminentes (fig. 8.121) :

- la **fenêtre du vestibule** (**fenêtre ovale**) est postérosupérieure par rapport au promontoire, et constitue le point d'attache de la **base du stapes** (**platine**), ce qui en fait le dernier élément au bout de la chaîne des os qui propagent les vibrations de la membrane tympanique vers l'oreille interne ;
- la **fenêtre de la cochlée** (**fenêtre ronde**) est postérieure et inférieure par rapport au promontoire ;
- en arrière et au-dessus de la fenêtre du vestibule (fenêtre ovale), sur la paroi médiale, la **proéminence du canal facial** est un relief produit par le passage du nerf facial (VII) dans son canal alors qu'il passe dans l'épaisseur de l'os temporal ;

- juste au-dessus et en arrière de la proéminence du canal facial, un autre relief osseux bien marqué (la **proéminence du canal semicirculaire latéral**) est produit par le canal semicirculaire latéral, qui est une structure dont le rôle est la détection des mouvements.

Cavités mastoïdiennes

En arrière du récessus épitympanique de l'oreille moyenne, l'aditus ad antrum constitue l'ouverture vers l'antre mastoïdien (fig. 8.121).

L'**antre mastoïdien** est une cavité en continuité avec les espaces remplis d'air (les **cellules mastoïdiennes**), creusés dans l'épaisseur de l'os temporal et de la partie mastoïdienne. L'antre mastoïdien n'est séparé de la fosse crânienne moyenne sus-jacente que par la fine lame osseuse que représente le tegmen tympani.

La membrane muqueuse qui tapisse les cellules aériques mastoïdiennes est en continuité avec la membrane muqueuse de l'oreille moyenne. Ainsi, les infections de l'oreille moyenne peuvent aisément se propager aux cavités mastoïdiennes.

Trompe auditive

La trompe auditive met en communication l'oreille moyenne et le nasopharynx (fig. 8.122), et permet l'équilibration des pressions de chaque côté de la membrane tympanique. Son ouverture dans l'oreille moyenne se situe sur la paroi antérieure, d'où elle se dirige en avant, en dedans et en bas pour entrer dans le nasopharynx juste en arrière du méat inférieur de la cavité nasale. Elle est constituée par :

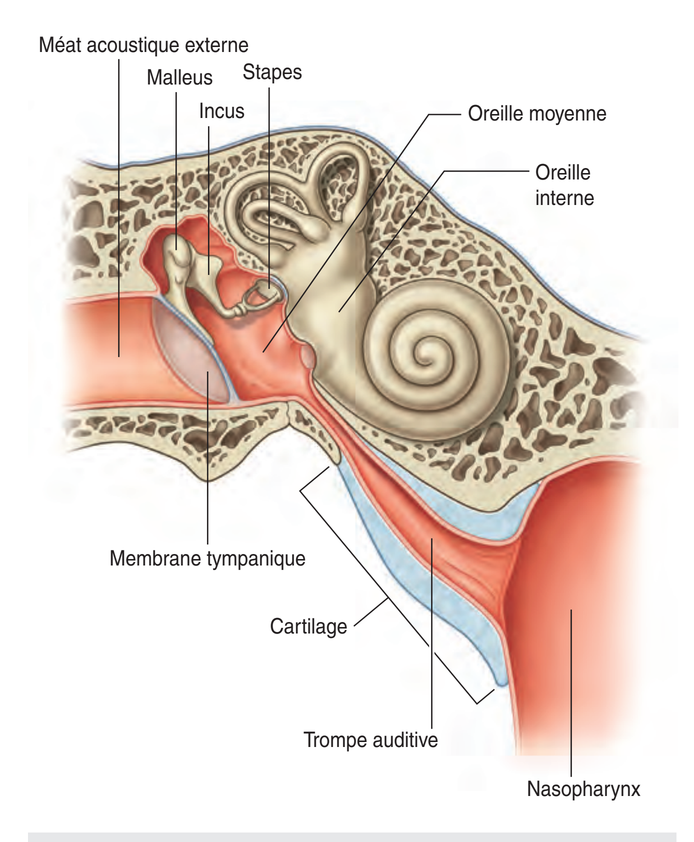


Figure 8.122 Trompe auditive (coupe horizontale).

- une **partie osseuse** (le tiers le plus proche de l'oreille moyenne) ;
- une **partie cartilagineuse** (les deux tiers restants).

L'ouverture de la partie osseuse est bien visible à la surface inférieure du crâne à la jonction des parties pétreuse et squameuse de l'os temporal, immédiatement en arrière du foramen ovale et du foramen épineux.

Vaisseaux

La vascularisation artérielle de la trompe auditive est assurée par plusieurs afférences. Certaines branches proviennent de l'**artère pharyngienne ascendante** (une branche de l'artère carotide externe), et deux branches proviennent de l'artère maxillaire (l'artère méningée moyenne et l'artère du canal ptérygoïdien).

Le drainage veineux de la trompe auditive gagne le plexus veineux ptérygoïdien dans la fosse infratemporale.

Innervation

L'innervation de la membrane muqueuse qui tapisse la trompe auditive est surtout assurée par le plexus tympanique, du fait de sa continuité avec la membrane muqueuse qui recouvre la cavité tympanique, l'antre mastoïdien et les cellules mastoïdiennes. Ce plexus reçoit sa plus grande contribution du nerf tympanique, un rameau du nerf glossopharyngien (IX).

En clinique

Mastoïdite

L'infection développée dans la partie mastoïdienne et les cellules mastoïdiennes est habituellement secondaire à une infection de l'oreille moyenne. Les cellules mastoïdiennes constituent un excellent milieu de culture pour l'infection. L'infection osseuse (ostéomyélite) peut aussi se développer, et s'étendre dans la fosse crânienne moyenne.

Le drainage du pus contenu dans les cellules aériques mastoïdiennes est nécessaire. Il existe de multiples voies d'abord pour réaliser ce geste. Lors de ce type de chirurgie, il est extrêmement important de veiller à ne pas léser la paroi mastoïdienne de l'oreille moyenne pour éviter toute lésion du nerf facial (VII). Toute brèche dans la lame interne de la voûte crânienne peut laisser entrer des bactéries dans la cavité crânienne et provoquer une méningite.

Osselets de l'ouïe

Les os de l'oreille moyenne sont le malleus, l'incus et le stapes. Ils forment une chaîne d'os qui traversent l'oreille moyenne de la membrane tympanique à la fenêtre du vestibule (fenêtre ovale) de l'oreille interne (fig. 8.123).

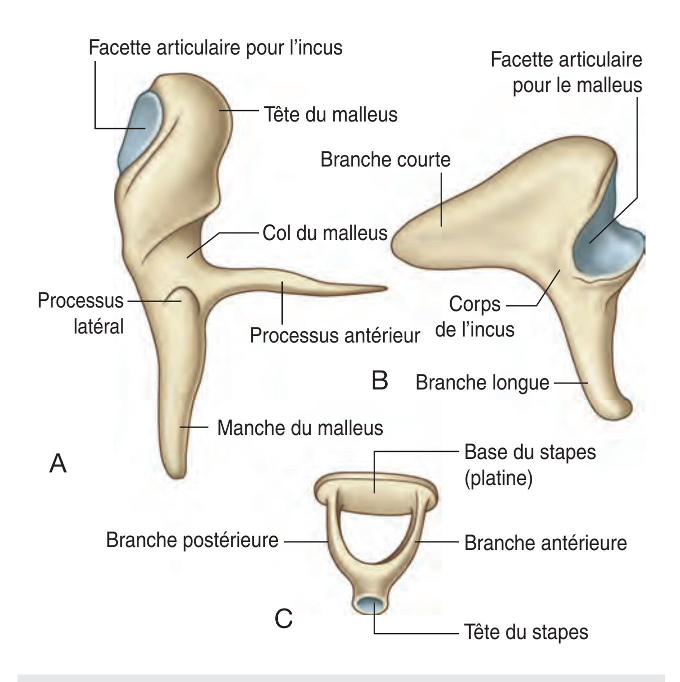


Figure 8.123 Osselets de l'ouïe. **A.** Malleus. **B.** Incus. **C.** Stapes.

Des muscles sont associés aux osselets de l'ouïe pour moduler leurs mouvements au cours de la transmission des vibrations.

Malleus

Le malleus est le plus grand des osselets de l'ouïe, et est attaché à la membrane tympanique. Il présente à décrire la **tête du malleus**, le **col du malleus**, les **processus antérieur** et **latéral** et le **manche du malleus** (fig. 8.123). La tête du malleus est la partie supérieure arrondie située dans le récessus épitympanique. Sa surface supérieure s'articule avec l'incus.

Le col du malleus correspond à la partie étroite située sous la tête du malleus, et sous le col se placent les processus antérieur et latéral :

- le processus antérieur est attaché à la paroi antérieure de l'oreille moyenne par un ligament ;
- le processus latéral est attaché aux plis malléolaires antérieur et postérieur de la membrane tympanique.

Le prolongement inférieur du malleus, sous les processus antérieur et latéral, est le manche du malleus qui est attaché à la membrane tympanique.

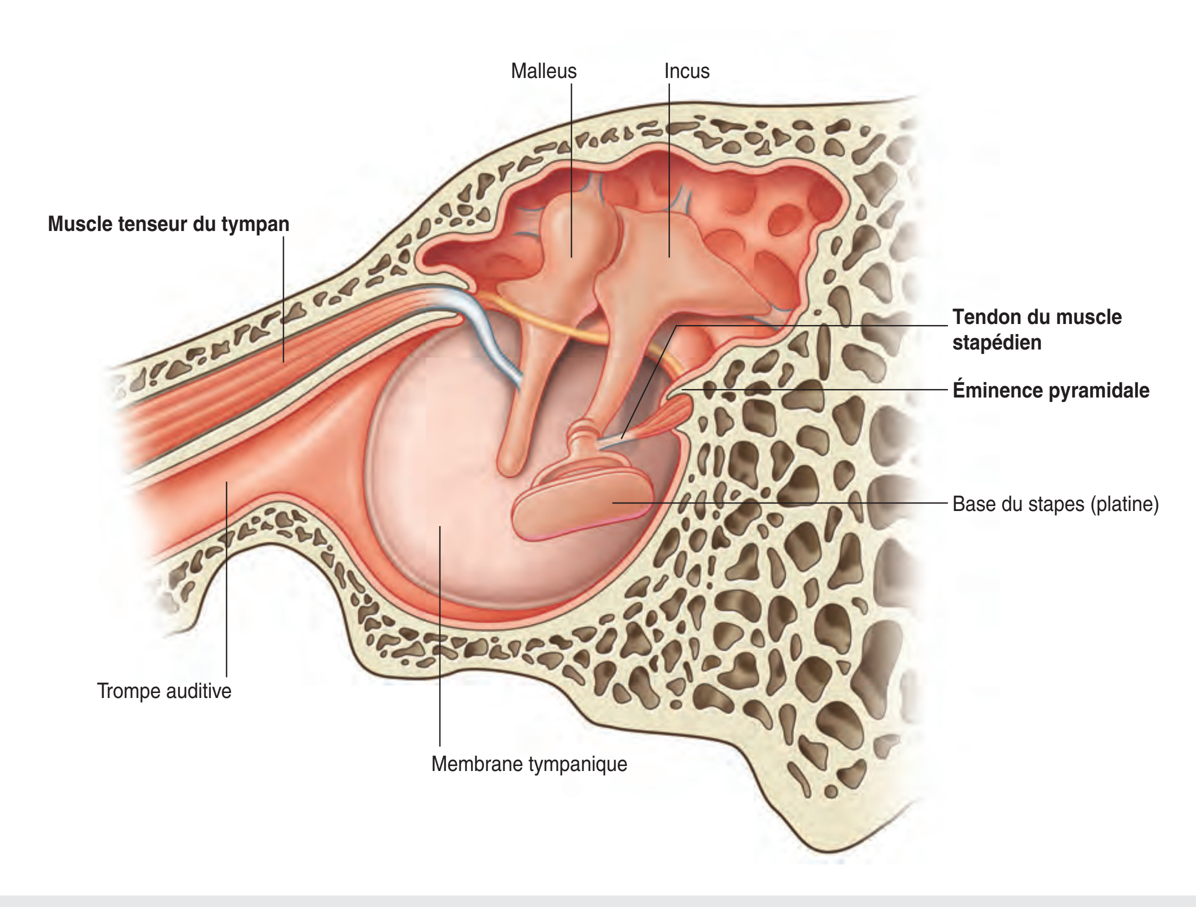


Figure 8.124 Muscles associés aux osselets de l'ouïe (oreille droite).



Incus

Le deuxième osselet de cette chaîne des osselets de l'ouïe est l'incus. Il est formé par le **corps de l'incus**, et les **branches courte** et **longue** (fig. 8.123) :

- le corps élargi de l'incus s'articule avec la tête du malleus et se trouve dans le récessus épitympanique ;
- la branche longue se dirige vers le bas à partir du corps, parallèle au manche du malleus, et se termine en s'incurvant en dedans pour s'articuler avec le stapes ;
- la branche courte se dirige en arrière et est solidaire par un ligament de la partie supérieure de la paroi postérieure de l'oreille moyenne.

Stapes

Le stapes est le plus médial de la chaîne des osselets de l'ouïe, et s'attache à la fenêtre du vestibule (fenêtre ovale). Il présente à décrire la **tête du stapes**, la **branche antérieure**, la **branche postérieure** et la **base du stapes(platine)** (fig. 8.123) :

- la tête du stapes est orientée latéralement et s'articule avec la branche longue de l'incus ;
- les deux branches se séparent l'une de l'autre et sont unies à la platine du stapes ;
- la base du stapes (platine) est appliquée contre la fenêtre du vestibule (fenêtre ovale) sur la paroi labyrinthique de l'oreille moyenne.

Muscles associés aux osselets de l'ouïe

Deux muscles sont associés aux corps des osselets de l'oreille moyenne : le muscle tenseur du tympan et le muscle stapédien (fig. 8.124 et tableau 8.10).

Muscle tenseur du tympan

Le muscle tenseur du tympan chemine dans un canal au-dessus de la trompe auditive. Il naît de la partie cartilagineuse de la trompe auditive, de la grande aile du sphénoïde et de son propre canal osseux, et se dirige en arrière dans ce canal, pour se terminer par un tendon arrondi qui s'insère sur la partie supérieure du manche du malleus.

Le muscle tenseur du tympan est innervé par un rameau du nerf mandibulaire (V_3).

La contraction du tenseur du tympan attire le manche du malleus en dedans, mettant en tension la membrane tympanique et en réduisant d'autant la force des vibrations créées par des bruits intenses.

Muscle stapédien

Le muscle stapédien est un très petit muscle qui naît à l'intérieur de l'éminence pyramidale, petit relief osseux sur la face mastoïdienne de l'oreille moyenne (fig. 8.124). Son tendon émerge de l'apex de l'éminence pyramidale, et se dirige en avant pour se terminer à la face postérieure du col du stapes.

Le muscle stapédien est innervé par un rameau du nerf facial (VII).

La contraction du muscle stapédien, habituellement en réponse à des bruits forts, tire le stapes en arrière et prévient une oscillation excessive.

Vaisseaux

De nombreuses artères vascularisent les structures de l'oreille moyenne :

- les deux branches les plus importantes sont la **branche tympanique** de l'artère maxillaire et la **branche mastoïdienne** de l'artère occipitale ou de l'artère auriculaire ;
- de plus petites branches proviennent de l'artère méningée moyenne, de l'artère pharyngienne ascendante, de l'artère du canal ptérygoïdien et des branches tympaniques de l'artère carotide interne.

Le drainage veineux de l'oreille moyenne est assuré par le plexus veineux ptérygoïdien et le sinus pétreux supérieur.

Innervation

Le plexus tympanique innerve la muqueuse qui tapisse les parois et le contenu de l'oreille moyenne, ce qui comprend les cavités mastoïdiennes et la trompe auditive. Il est formé par le **nerf tympanique**, rameau du nerf glossopharyngien (IX) et par des rameaux du plexus carotidien interne. Le plexus

Tableau 8.10 Muscles de l'oreille moyenne.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Tenseur du tympan	Partie cartilagineuse de la trompe auditive, grande aile du sphénoïde, et son propre canal osseux	Partie supérieure du manche du malleus	Rameau du nerf mandibulaire (V3)	Sa contraction provoque une traction médiale sur le manche du malleus, mise en tension de la membrane tympanique
Stapédien	Attaché au versant interne de l'éminence pyramidale	Col du stapes	Rameau du nerf facial (VII)	La contraction tire le stapes en arrière, pour limiter une oscillation excessive

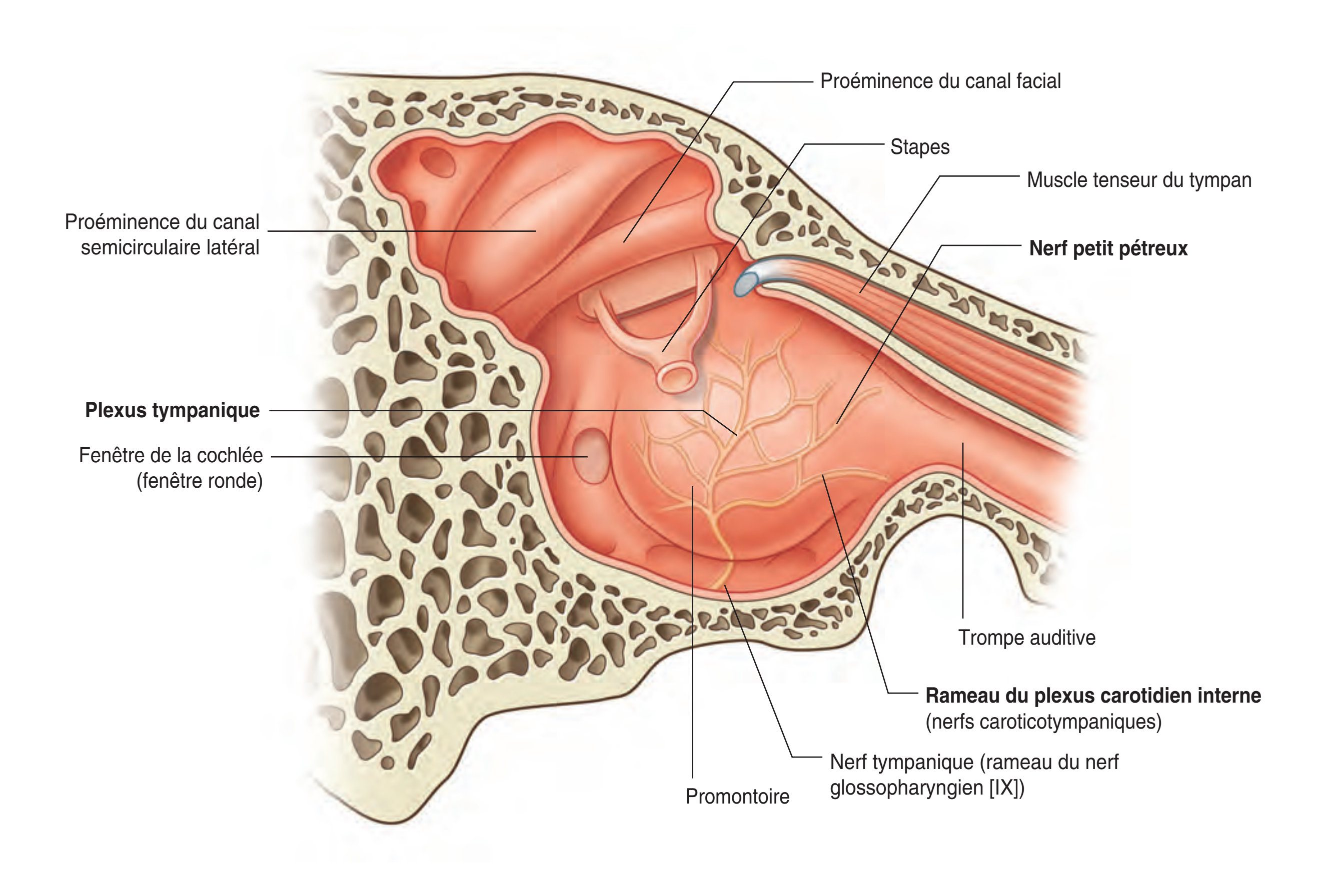


Figure 8.125 Innervation de l'oreille moyenne droite (coupe verticale oblique).

tympanique naît dans la membrane muqueuse qui recouvre le promontoire, saillie arrondie de la paroi labyrinthique de l'oreille moyenne (fig. 8.125).

À sa sortie du crâne par le foramen jugulaire, le nerf glossopharyngien (IX) donne le nerf tympanique. Ce rameau entre à nouveau dans le crâne par un petit foramen, et se dirige dans l'épaisseur de l'os vers l'oreille moyenne.

Parvenu dans l'oreille moyenne, le nerf tympanique forme le **plexus tympanique**, en se mélangeant avec des rameaux provenant du plexus des nerfs qui entourent l'artère carotide interne (**nerfs caroticotympaniques**). Des rameaux du plexus tympanique innervent les muqueuses de l'oreille moyenne, y compris les muqueuses de la trompe auditive et des cavités mastoïdiennes.

Le plexus tympanique donne aussi un rameau essentiel (le nerf grand pétreux), qui transporte les fibres parasympathiques préganglionnaires au ganglion otique (fig. 8.125).

Le nerf petit pétreux quitte la zone du promontoire, sort de l'oreille moyenne, traverse la partie pétreuse de l'os temporal et sort à la face antérieure de la partie pétreuse de l'os temporal à travers un hiatus situé juste sous le hiatus du nerf grand pétreux (fig. 8.126). Il continue en diagonale en croisant la face antérieure de l'os temporal avant de quitter la fosse crânienne moyenne en passant par le foramen ovale. À sa sortie du crâne, il entre dans le ganglion otique.

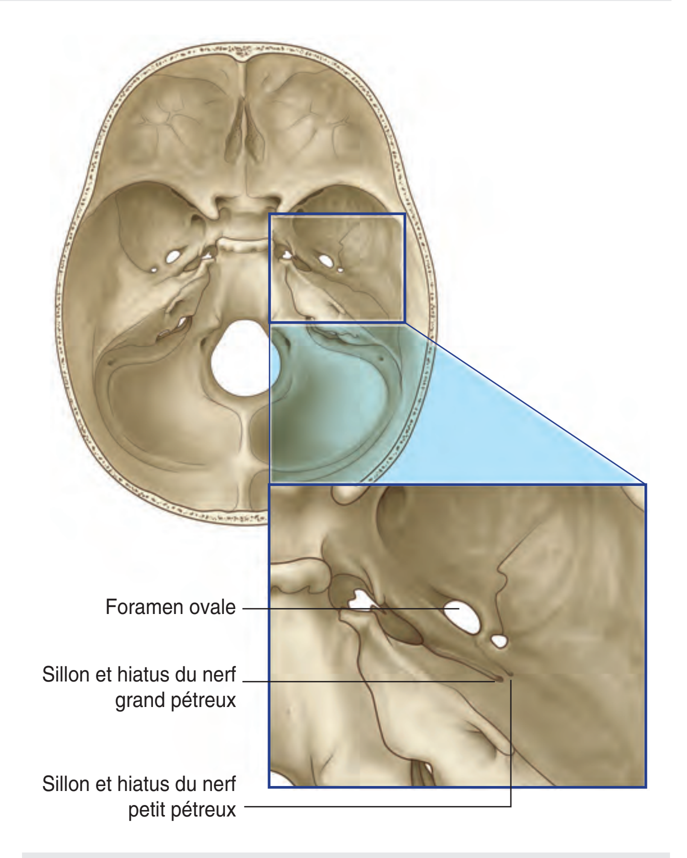


Figure 8.126 Sillons et hiatus des nerfs grand et petit pétreux.



Oreille interne

L'oreille interne est constituée d'une série de cavités osseuses (le **labyrinthe osseux**), qui contiennent des conduits et des sacs membraneux (le **labyrinthe membraneux**). Toutes ces structures sont contenues dans la partie pétreuse de l'os temporal, entre l'oreille moyenne latéralement et le méat acoustique interne médialement (fig. 8.127 et fig. 8.128).

Le labyrinthe osseux comprend le **vestibule**, trois **canaux semicirculaires** et la **cochlée** (fig. 8.128). Ces cavités osseuses sont tapissées par le périoste et contiennent un liquide clair (la **périlymphe**).

Le labyrinthe membraneux, qui est placé dans la périlymphe mais ne remplit pas entièrement l'espace dans le labyrinthe osseux, est formé par les **conduits semicirculaires**, le **conduit cochléaire** et deux sacs (l'**utricule** et le **saccule**). Ces espaces membraneux sont remplis d'**endolymphe**.

Ces structures contenues dans l'oreille interne transmettent vers le cerveau les informations qui concernent l'équilibration et l'audition :

- le conduit cochléaire est l'organe de l'audition ;
- les conduits semicirculaires, l'utricule et le saccule sont les organes de l'équilibration.

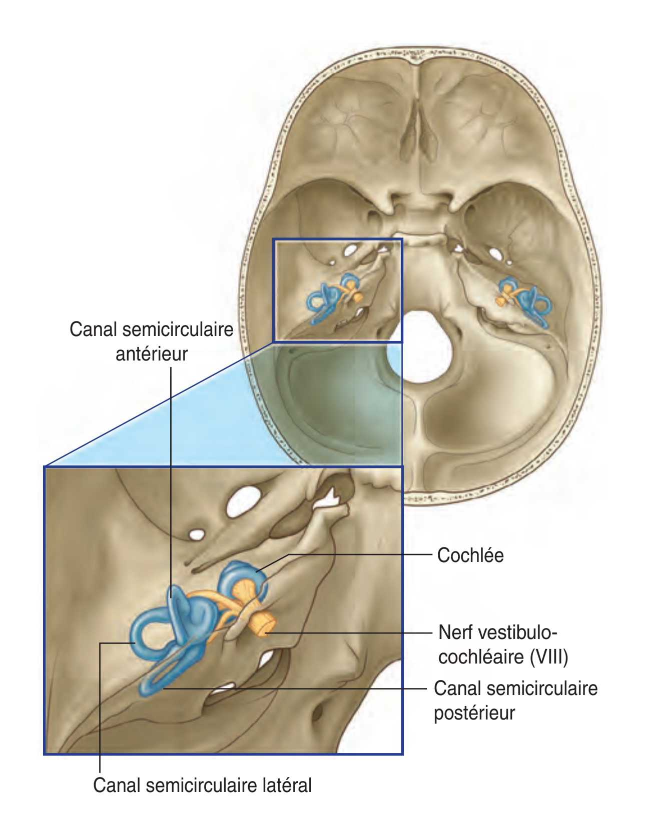


Figure 8.127 Situation de l'oreille interne dans l'os temporal.

Canaux semicirculaires
Conduit semicirculaire
Nerf facial (VII)
Nerf vestibulaire
Ganglion vestibulaire
Méat acoustique interne
Nerf facial (VII)
Nerf vestibulocochléaire (VIII)
Vestibule
Nerf cochléaire
Membrane tympanique
Cochlée
Conduit cochléaire
Trompe auditive

Figure 8.128 Oreille interne.

Le nerf qui assure ces fonctions est le nerf vestibulocochléaire (VIII), qui est composé de deux contingents, le nerf vestibulaire (équilibration) et le nerf cochléaire (audition), qui se réunissent lors de la sortie de la partie pétreuse de l'os temporal en traversant le méat acoustique interne (fig. 8.128).

Labyrinthe osseux

Le vestibule, qui contient la fenêtre du vestibule (fenêtre ovale) dans sa paroi latérale, est la partie centrale du labyrinthe osseux (fig. 8.129). Il communique en avant avec la cochlée, et en arrière et en haut avec les canaux semicirculaires.

Un canal étroit, le **conduit endolymphatique** (aqueduc du vestibule), quitte le vestibule, et passe à travers l'os temporal pour s'ouvrir à la face postérieure de la partie pétreuse de l'os temporal.

Canaux semicirculaires

Les canaux **semicirculaires antérieur**, **postérieur** et **latéral** se développent en direction postérosupérieure à partir du vestibule (fig. 8.129). Chacun de ces canaux forme deux tiers d'un cercle relié par ses deux extrémités au vestibule et dont une extrémité est dilatée pour former l'**ampoule**. Les canaux sont orientés dans trois plans orthogonaux, de manière à ce que chaque canal puisse faire un angle droit avec les deux autres.

Cochlée

La cochlée est développée en avant du vestibule, et constitue une structure osseuse qui s'enroule sur elle-même en deux tours et demi à deux tours trois quarts de spire autour d'une colonne osseuse centrale (le **modiolus**). Cette disposition compose une structure en forme de cône, avec la **base de la cochlée** orientée en arrière et en dedans, et avec un apex qui se dirige en avant et latéralement (fig. 8.130). Cela place la large base du modiolus près du méat acoustique interne, où elle est traversée par les rameaux du contingent cochléaire du nerf vestibulocochléaire (VIII).

Une fine lame osseuse s'étend latéralement tout au long du modiolus (la **lame spirale**). En s'enroulant autour du modiolus, et maintenu en position centrale par ses attaches à

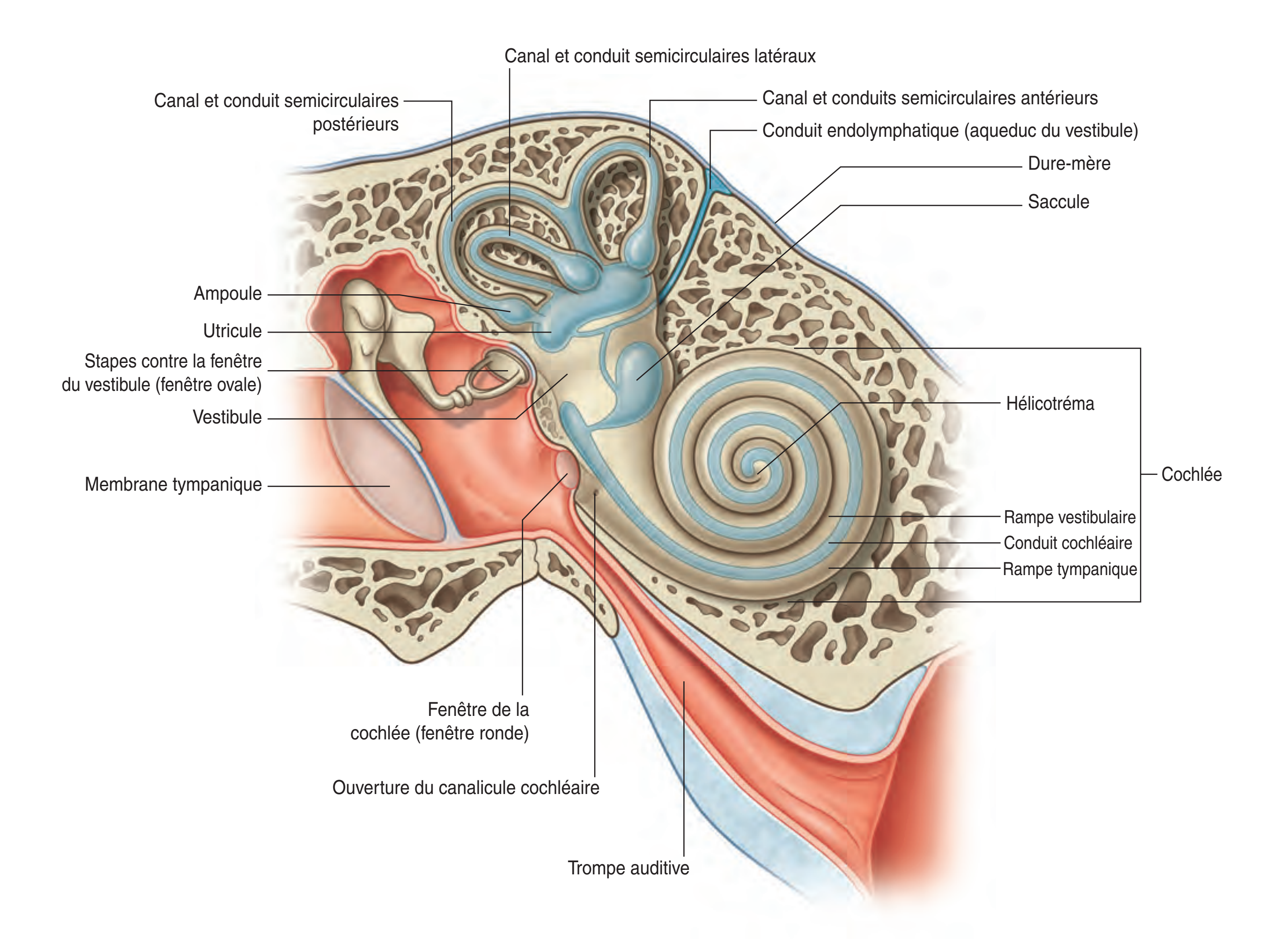


Figure 8.129 Labyrinthe osseux.

la lame spirale du modiolus, le conduit cochléaire constitue un élément du labyrinthe membraneux.

Attaché en périphérie à la paroi externe de la cochlée, le conduit cochléaire crée deux canaux (la **rampe vestibulaire** et la **rampe tympanique**), qui sont développés tout au long de la cochlée et sont en continuité l'un avec l'autre à l'apex de la cochlée par une étroite communication (l'**hélicotréma**) :

- la rampe vestibulaire est en continuité avec le vestibule ;
- la rampe tympanique est séparée de l'oreille moyenne par la membrane tympanique secondaire qui obture la fenêtre de la cochlée (fenêtre ronde) (fig. 8.131).

Enfin, près de la fenêtre de la cochlée (fenêtre ronde), un petit canal (le **canalicule cochléaire**) chemine dans l'os temporal et s'ouvre à sa face inférieure dans la fosse crânienne postérieure. Il permet la communication entre les espaces périlymphatique et subarachnoïdien (fig. 8.131).

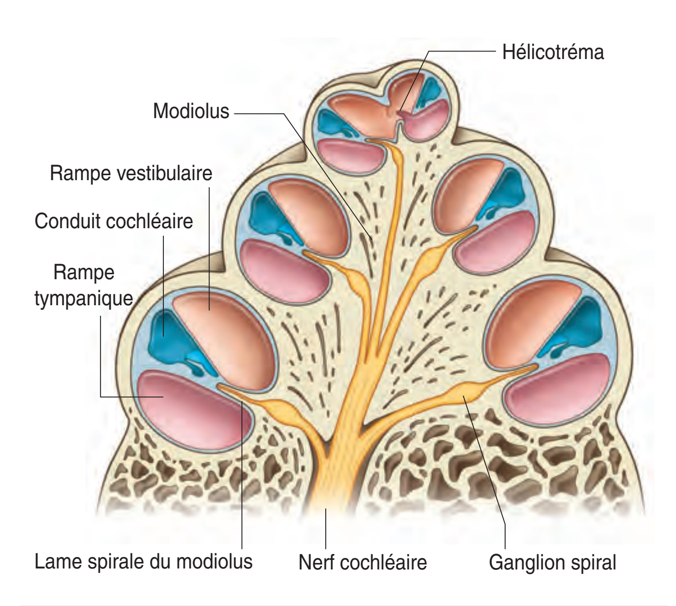


Figure 8.130 Cochlée.

Labyrinthe membraneux

Le labyrinthe membraneux est un système continu de conduits et de sacs contenu dans le labyrinthe osseux. Il est rempli d'endolymphe et séparé du périoste qui recouvre les parois du labyrinthe osseux par la périlymphe.

Formé de deux sacs (l'utricule et le saccule) et de quatre conduits (les trois conduits semicirculaires et le conduit cochléaire), le labyrinthe membraneux participe aux fonctions de l'équilibration et de l'audition :

- l'utricule, le saccule et les trois conduits semicirculaires appartiennent à l'appareil vestibulaire (c'est-à-dire aux organes de l'équilibration) ;
- le conduit cochléaire est un organe de l'audition.

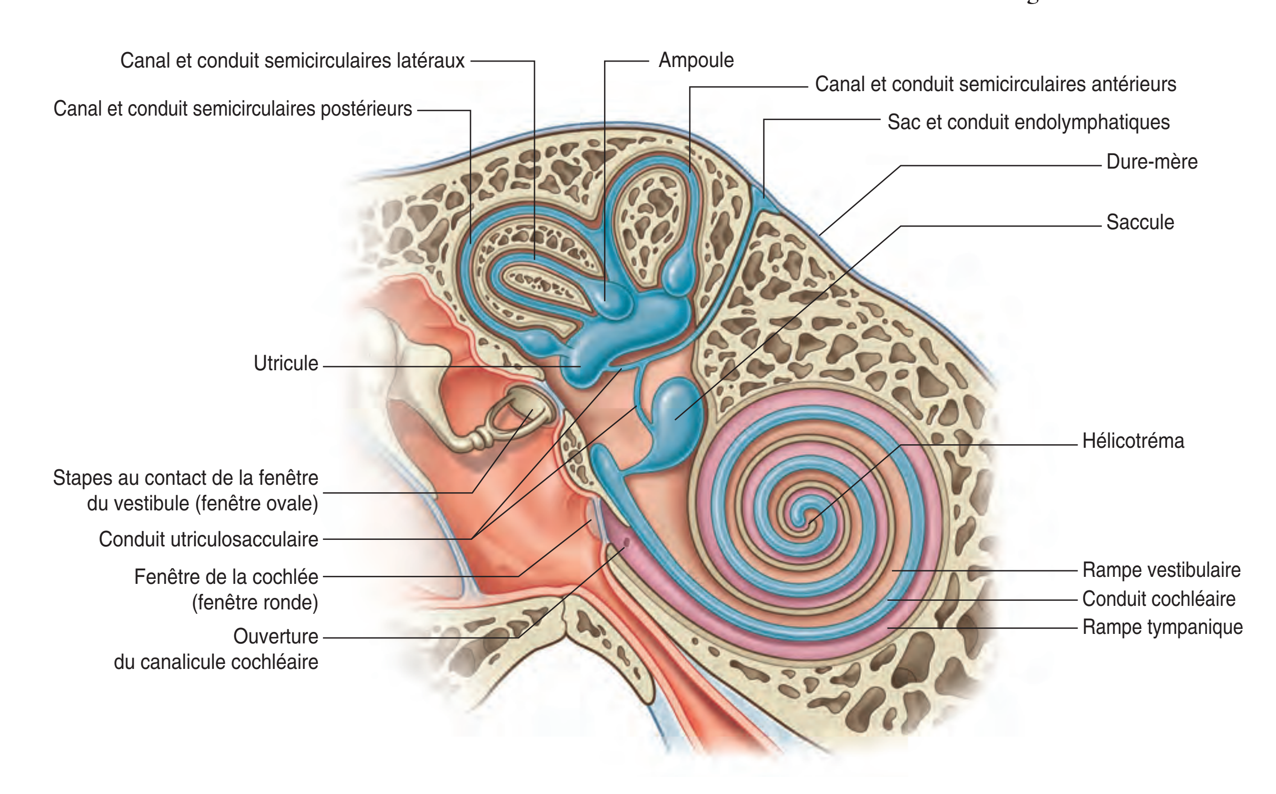


Figure 8.131 Labyrinthe membraneux.

L'organisation générale des différentes parties du labyrinthe membraneux les place comme suit (fig. 8.131) :

- le conduit cochléaire est dans le labyrinthe osseux de la cochlée, en avant ;
- les trois conduits semicirculaires sont contenus dans les trois canaux semicirculaires du labyrinthe osseux, en arrière ;
- le saccule et l'utricule sont en position centrale dans le vestibule du labyrinthe osseux.

Organes de l'équilibration

Quatre des six composants du labyrinthe membraneux sont concernés par la fonction d'équilibration. Ce sont les deux sacs (l'utricule et le saccule) et les trois conduits (conduits semicirculaires antérieur, postérieur et latéral).

Utricule, saccule et conduit endolymphatique

L'**utricule** est le plus grand des deux sacs. Il est ovale, allongé, de forme irrégulière et constitue la partie postérieure du vestibule du labyrinthe osseux.

Les trois conduits semicirculaires s'ouvrent dans l'utricule. Chaque conduit semicirculaire a la même forme mais est plus petit que le canal osseux semicirculaire dans lequel il est contenu, terminé par une extrémité dilatée formant l'ampoule.

Le **saccule** est petit et forme un sac arrondi situé dans la partie antéro-inférieure du vestibule du labyrinthe osseux (fig. 8.131). Le conduit cochléaire s'ouvre dans le saccule.

Le conduit utriculosacculaire établit une communication entre les composants du labyrinthe membraneux, et place en continuité l'utricule et le saccule. Le **conduit endolymphatique** naît de ce petit conduit, et entre dans le conduit endolymphatique (aqueduc du vestibule) (un canal creusé dans l'os temporal) pour émerger à la face postérieure de la partie pétreuse de l'os temporal dans la fosse crânienne postérieure. À ce niveau, le conduit endolymphatique s'élargit en un **sac endolymphatique**, qui constitue une poche extradurale dont la fonction est la résorption du liquide endolymphatique.

Récepteurs sensoriels

D'un point de vue fonctionnel, les récepteurs sensoriels de l'équilibration sont regroupés en structures spécifiques qui sont localisées dans chacun des composants de l'appareil vestibulaire. Dans l'utricule et le saccule se trouvent respectivement la **macule de l'utricule** et la **macule du saccule**, et dans l'ampoule de chaque conduit semicirculaire se place la **crête ampullaire**.

L'utricule est sensible aux accélérations dans le plan horizontal et aux mouvements d'inclinaison latérale de la tête, alors que le saccule est sensible aux accélérations horizontales. En revanche, les trois conduits semicirculaires sont sensibles aux mouvements d'accélération linéaire dans le plan vertical, ainsi qu'aux déplacements de haut en bas et d'avant en arrière. En revanche, les récepteurs des trois canaux semicirculaires sont sensibles aux mouvements rotatoires dans toutes les directions.

Organes de l'audition

Conduit cochléaire

Le conduit cochléaire est en position centrale dans la cochlée du labyrinthe osseux, et apparaît divisé en deux canaux (la rampe vestibulaire et la rampe tympanique). Il est maintenu en position par ses attaches au centre à la lame spirale du modiolus, qui est une fine lame osseuse prolongeant le modiolus (le canal osseux central de la cochlée), et en périphérie à la paroi externe de la cochlée (fig. 8.132).

La forme triangulaire du conduit cochléaire correspond à :

- une paroi externe au contact de la cochlée osseuse, formée d'un épaississement de l'endoste recouvert d'épithélium (le **ligament spiral de la cochlée**) ;
- un toit (face supérieure) (la **membrane vestibulaire**), qui sépare l'endolymphe dans le conduit cochléaire de la périlymphe de la rampe vestibulaire, et est constitué d'une couche de tissu conjonctif recouverte sur chaque face d'épithélium ;

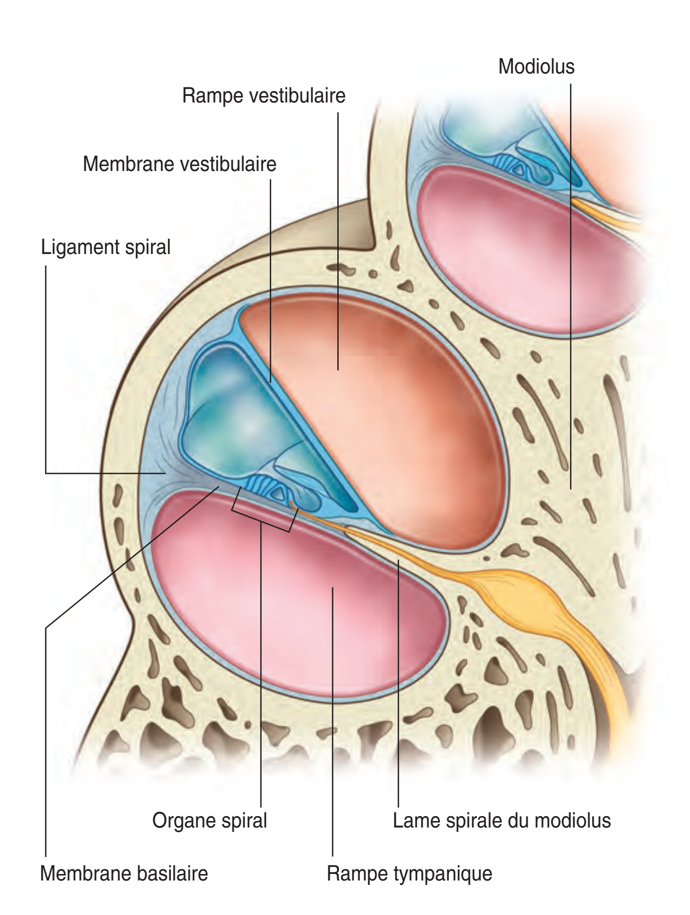


Figure 8.132 Labyrinthe membraneux, vue en coupe.

- un plancher (face inférieure), qui sépare l'endolymphe du conduit cochléaire de la périlymphe de la rampe tympanique, et qui est constitué par le bord libre de la lame spirale du modiolus et par une membrane (la **lame basilaire**) qui s'étend du bord libre de la lame spirale du modiolus à une expansion du ligament spiral qui recouvre la paroi externe de la cochlée.

L'**organe spiral** (organe de Corti) est l'organe de l'audition, situé sur la membrane basilaire, et développé vers le conduit cochléaire rempli d'endolymphe (fig. 8.132).

Vascularisation

La vascularisation artérielle de l'oreille interne est divisée en vaisseaux destinés au labyrinthe osseux et en vaisseaux destinés au labyrinthe membraneux.

Le labyrinthe osseux est vascularisé par les mêmes artères que celles qui irriguent l'os temporal avoisinant – celles-ci incluent une branche tympanique antérieure de l'artère maxillaire, une branche stylomastoïdienne issue de l'artère auriculaire postérieure, et une branche pétreuse qui provient de l'artère méningée moyenne.

Le labyrinthe membraneux est vascularisé par l'**artère labyrinthique**, qui peut provenir de l'artère cérébelleuse antérieure et inférieure, ou être une branche directe de l'artère basilaire – quelle que soit son origine, elle entre dans le méat acoustique interne avec le nerf facial (VII) et le nerf vestibulocochléaire (VIII), et se divise en :

- une **branche cochléaire**, qui chemine dans le modiolus et vascularise le conduit cochléaire ;
- une ou deux **branches vestibulaires**, qui irriguent l'appareil vestibulaire.

Le drainage veineux du labyrinthe membraneux est assuré par les veines vestibulaires et cochléaires, qui accompagnent les artères. Elles s'unissent pour former la **veine labyrinthique**, qui va s'aboucher soit dans le sinus pétreux inférieur, soit dans le sinus sigmoïde.

Innervation

Le nerf vestibulocochléaire (VIII) transporte les fibres afférentes de l'audition (contingent cochléaire) et de l'équilibration (contingent vestibulaire). Il entre dans la surface latérale du tronc cérébral, entre le pont et la moelle allongée, après être sorti de l'os temporal par le méat acoustique interne et après avoir traversé la fosse crânienne postérieure.

Dans l'os temporal, à la partie distale du méat acoustique interne, le nerf vestibulocochléaire est formé par la réunion :

- du **nerf cochléaire** ;
- et du **nerf vestibulaire**.

Le nerf vestibulaire est formé par la jonction de deux parties, une **partie supérieure** formée par les fibres nerveuses qui proviennent des trois canaux semicirculaires, et une **partie inférieure**, qui reçoit les fibres de l'utricule et du saccule ; puis il s'élargit pour former le **ganglion vestibulaire** (voir fig. 8.128).

Le nerf cochléaire est formé de haut en bas dans le modiolus, et sort dans la base de la cochlée. Les fibres du nerf cochléaire proviennent des récepteurs situés dans l'**organe spiral**, et passent à travers la lame spirale du modiolus (fig. 8.130). Les cellules ganglionnaires du nerf cochléaire sont situées dans le ganglion spiral à la base de la lame spirale du modiolus qui tourne autour de l'axe du modiolus.

Nerf facial (VII) dans l'os temporal

Le nerf facial (VII) est intimement lié au nerf vestibulocochléaire (VIII) à son entrée dans le méat acoustique interne de l'os temporal. Au cours de son trajet dans l'os temporal, le nerf et ses rameaux sont directement en rapport avec l'oreille interne et l'oreille moyenne.

Le nerf facial (VII) pénètre dans le méat acoustique de la partie pétreuse de l'os temporal (fig. 8.133A). Le nerf vestibulocochléaire et l'artère labyrinthique l'accompagnent.

À l'extrémité distale du méat acoustique interne, le nerf facial (VII) entre dans le canal facial et poursuit son trajet entre l'oreille interne et l'oreille moyenne. À ce niveau, le nerf facial (VII) s'élargit, et son trajet s'incurve en arrière et latéralement. L'élargissement est le **ganglion géniculé**, sensoriel. Dans le canal facial qui se prolonge, le nerf facial (VII) tourne vers le bas, et en poursuivant un trajet vertical, il sort du crâne par le foramen stylomastoïdien (fig. 8.133A).

Rameaux

Nerf grand pétreux. Dans le ganglion géniculé, le nerf facial (VII) donne le nerf grand pétreux (fig. 8.133A). C'est le premier rameau du nerf facial (VII). Le nerf grand pétreux quitte le ganglion géniculé, chemine en avant et en dedans dans l'os temporal, et émerge par le hiatus du nerf grand pétreux à la face antérieure de la partie pétreuse de l'os temporal (voir fig. 8.126). Le nerf grand pétreux transporte les fibres parasympathiques préganglionnaires vers le ganglion ptérygopalatin.

Au cours de son trajet, la situation du nerf facial (VII) est indiquée sur la paroi médiale de l'oreille moyenne par une saillie osseuse, la proéminence du canal du nerf facial (VII) (voir fig. 8.125).

Nerfs du muscle stapédien et de la corde du tympan. À proximité du début de son trajet vertical, le nerf facial (VII) donne un petit rameau, le nerf du muscle stapédien (fig. 8.133), qui innerve le muscle stapédien, et juste avant sa sortie du crâne, le nerf facial (VII) donne le nerf de la corde du tympan.

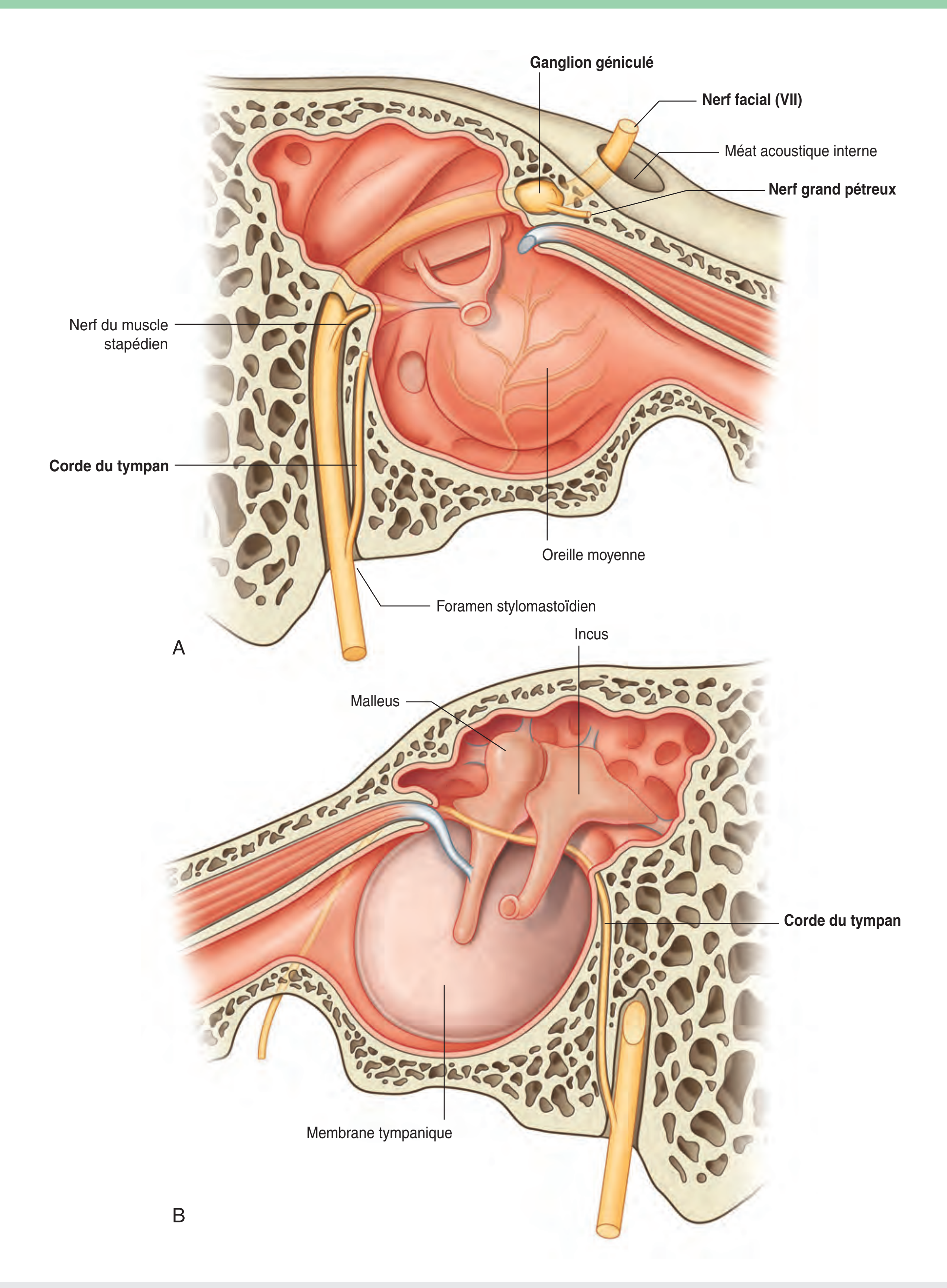


Figure 8.133 **A.** Nerf facial dans l'os temporal. **B.** Corde du tympan dans l'os temporal.

Le nerf de la corde du tympan ne sort pas immédiatement de l'os temporal, mais monte pour entrer dans l'oreille moyenne à travers sa paroi postérieure, en passant près de la partie supérieure de la membrane tympanique entre le malleus et l'incus (fig. 8.133B). Il quitte alors l'oreille moyenne par un canal qui gagne la **fissure pétrotympanique**, et quitte le crâne à travers cette fissure pour rejoindre le nerf lingual dans la fosse infratemporale.

Transmission d'un son

Une onde sonore entre par le méat acoustique externe et provoque un mouvement de la membrane tympanique en dedans (fig. 8.134). Le manche du malleus étant attaché à la membrane tympanique, le malleus est également déplacé en dedans. Ce mouvement mobilise la tête du malleus latéralement. Du fait de l'articulation entre les têtes du malleus et de l'incus, la tête de l'incus est aussi mobilisée latéralement. Cela pousse la branche longue de l'incus médialement. La branche longue de l'incus s'articulant avec le stapes, ce mouvement mobilise donc le stapes en dedans. Du fait de l'application de la base du stapes (platine) contre la membrane de la fenêtre du vestibule (fenêtre ovale), celle-ci est aussi mobilisée médialement.

Cette action complète le transfert d'une onde aérienne de grande amplitude et de faible intensité, qui ébranle la membrane tympanique, en une vibration de faible amplitude et de haute intensité, qui génère une onde dans le liquide remplissant la rampe vestibulaire de la cochlée.

L'onde appliquée à la périlymphe de la rampe vestibulaire se propage dans la cochlée et provoque l'ébranlement de la membrane tympanique secondaire qui obture la fenêtre de la cochlée (fenêtre ronde) à la partie inférieure de la rampe tympanique (fig. 8.134). Cela provoque la vibration de la membrane basilaire, qui à son tour va stimuler les cellules réceptrices dans l'organe spiral.

Les cellules réceptrices envoient leurs influx à travers le contingent cochléaire du nerf vestibulocochléaire (VIII) vers le cerveau, où ils seront interprétés comme des sons.

Si les sons perçus sont trop intenses et provoquent un mouvement excessif de la membrane tympanique, la contraction du muscle tenseur de la membrane tympanique (attaché au malleus) et/ou la contraction du muscle stapédien (attaché au stapes) neutralisent les vibrations des osselets et diminuent la force des vibrations qui atteignent la fenêtre du vestibule (fenêtre ovale).

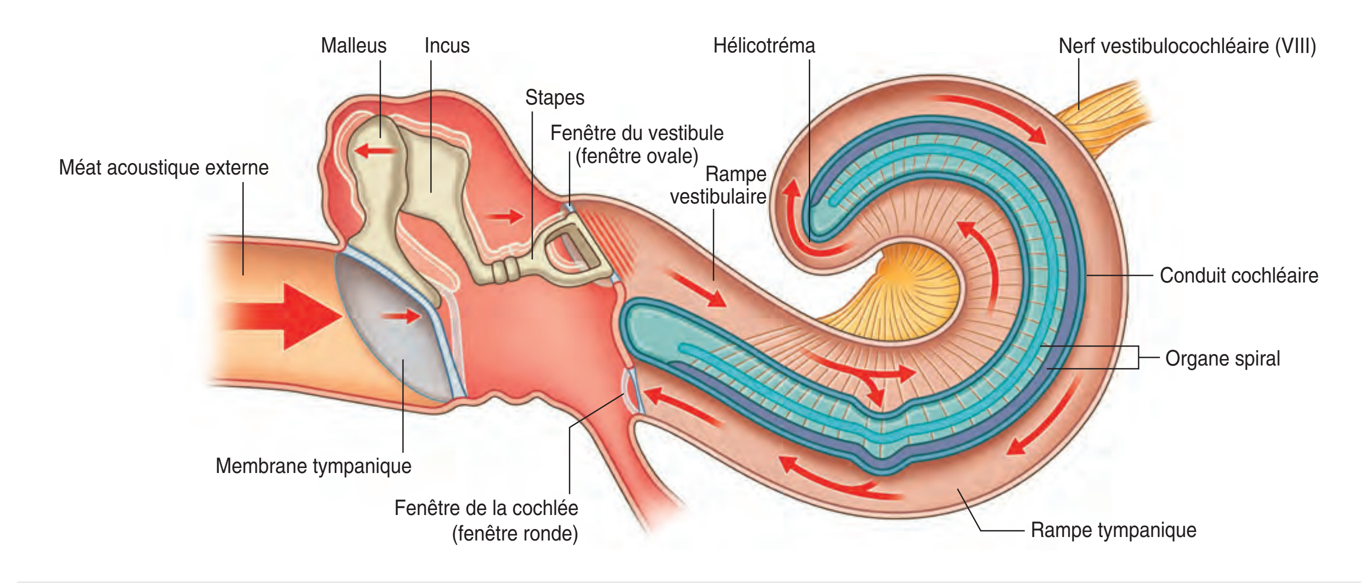


Figure 8.134 Transmission d'un son.

FOSSES TEMPORALE ET INFRATEMPORALE

Les fosses temporale et infratemporale sont des espaces en continuité à la face latérale de la tête (fig. 8.135). Leurs limites sont faites d'os et de tissus mous.

La fosse temporale est en position supérieure par rapport à la fosse infratemporale, au-dessus de l'arcade zygomatique, et communique vers le bas avec la fosse infratemporale par l'orifice situé entre l'arcade zygomatique et la partie plus médiale du crâne.

La fosse infratemporale est un espace en forme de coin, et se trouve en profondeur par rapport au muscle masséter et à la branche sous-jacente de la mandibule. Les structures qui cheminent entre la cavité crânienne, le cou, la fosse ptérygopalatine, le plancher de la cavité orale, le plancher de l'orbite, la fosse temporale et les régions superficielles de la tête, traversent la fosse infratemporale.

Parmi les quatre muscles de la manducation (masséter, temporal, ptérygoïdien médial et ptérygoïdien latéral) qui mobilisent la mâchoire inférieure au niveau de l'articulation temporomandibulaire, l'un est latéral par rapport à la fosse infratemporale (le masséter), deux sont dans la fosse infratemporale (les ptérygoïdiens médial et latéral), et le dernier remplit la fosse temporale (le temporal).

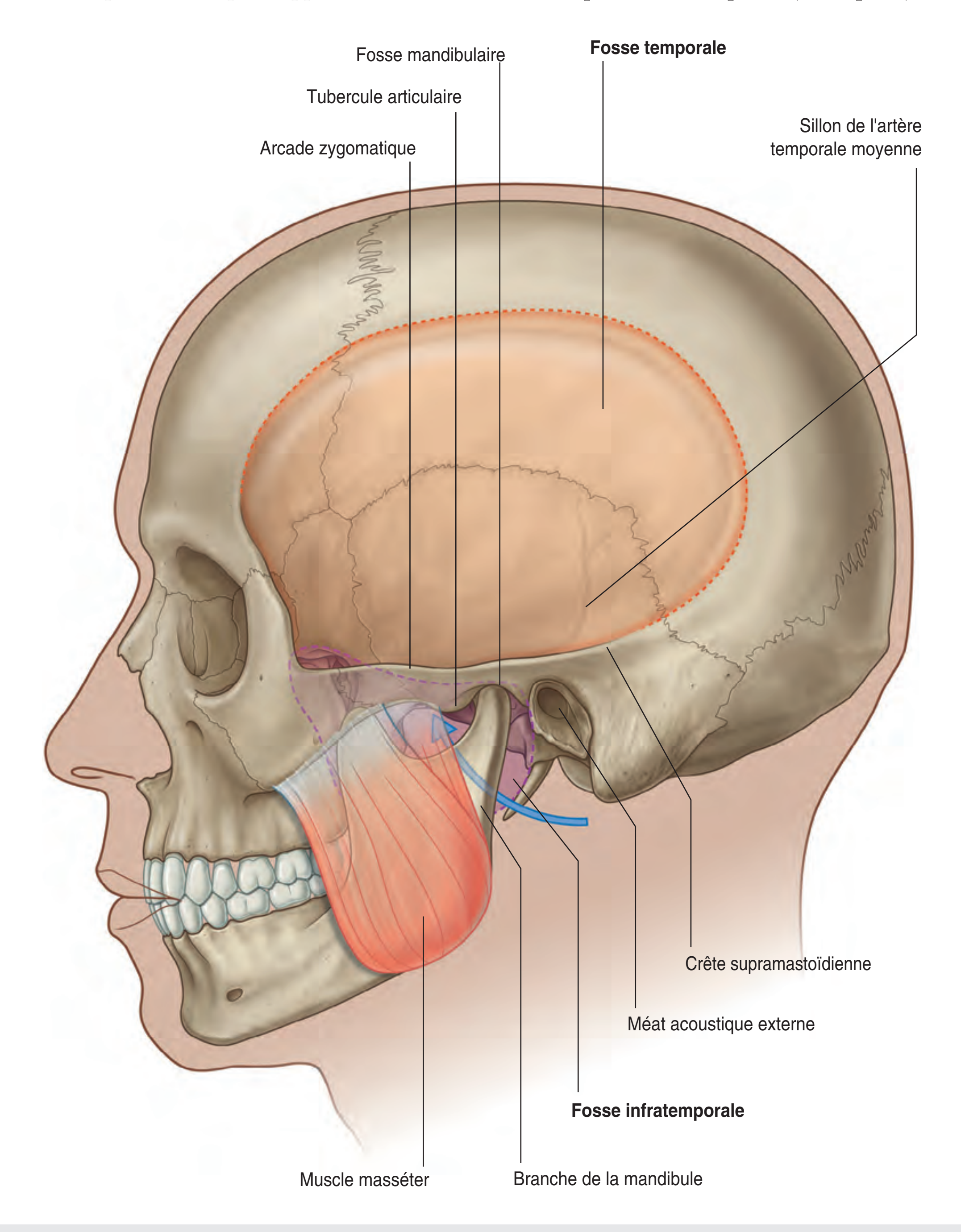


Figure 8.135 Fosses temporale et infratemporale.

Architecture osseuse

Les os qui limitent les fosses temporale et infratemporale sont le temporal, le zygomatique, le sphénoïde, le maxillaire et la mandibule (fig. 8.136 et fig. 8.137).

Certaines parties des os frontal et pariétal sont aussi concernées.

Os temporal

La partie squameuse de l'os temporal contribue à l'architecture osseuse des fosses temporale et infratemporale.

La partie tympanique de l'os temporal forme le coin postéromédial du toit de la fosse infratemporale et s'articule aussi avec la tête de la mandibule pour former l'articulation temporomandibulaire.

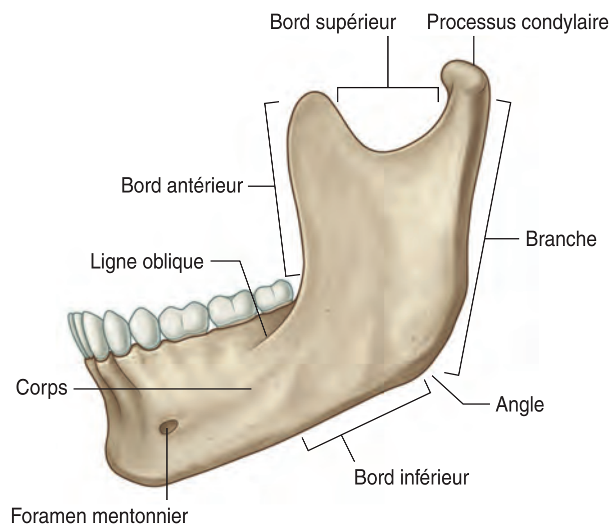
La face latérale de la partie squameuse de l'os temporal est marquée par deux reliefs à la face de la paroi médiale de la fosse temporale :

- la **crête supramastoïdienne**, orientée transversalement, qui s'étend en arrière depuis la base du processus zygomatique et marque ainsi la limite postéro-inférieure de la fosse temporale ;
- le **sillon de l'artère temporale moyenne**, branche de l'artère temporale superficielle, orienté verticalement.

Deux reliefs participent à la formation de l'articulation temporomandibulaire à la partie inférieure de la racine du processus zygomatique, le tubercule articulaire et la fosse mandibulaire. Les deux sont développés de dedans en dehors. Le méat acoustique externe se trouve en arrière de la fosse mandibulaire. La partie tympanique de l'os temporal est une lame osseuse concave qui s'incurve vers le bas à partir de la partie postérieure de la fosse mandibulaire et forme une partie de la paroi du méat acoustique externe.

En vue inférieure, il est possible de distinguer la **fissure tympanosquameuse** entre les parties tympanique et squameuse de l'os temporal. En dedans, un petit prolonge-

Figure 8.136 Éléments osseux en rapport avec les fosses temporale et infratemporale.



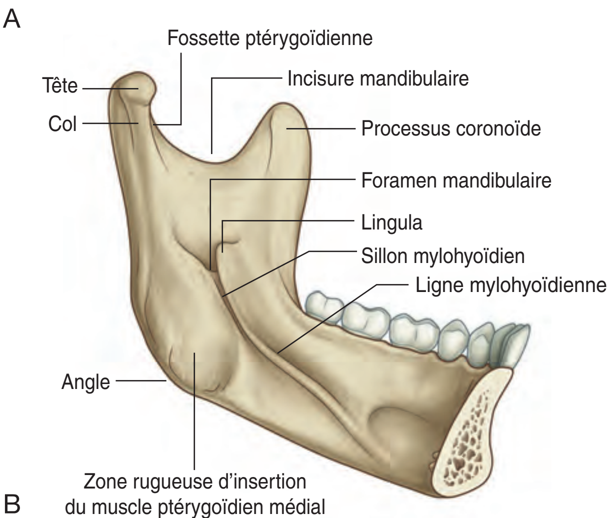


Figure 8.137 Mandibule. **A.** Vue latérale du côté gauche. **B.** Vue médiale du côté gauche.

ment osseux de la partie pétreuse de l'os temporal s'insinue dans cette fissure et forme la **fissure pétrotympanique** entre la partie pétreuse et la partie tympanique (fig. 8.136).

La corde du tympan sort du crâne et entre dans la fosse infratemporale par l'extrémité médiale de la fissure pétrotympanique.

Os sphénoïde

Les parties de l'os sphénoïde qui contribuent à l'architecture de la fosse infratemporale sont la lame latérale du processus ptérygoïde et la grande aile (fig. 8.136). La grande aile forme aussi en partie la paroi médiale de la fosse temporale.

Les grandes ailes s'étendent de chaque côté du corps du sphénoïde. Elles se développent latéralement et s'incurvent vers le haut. Les faces inférieure et latérale forment respectivement le toit de la fosse infratemporale et la paroi médiale de la fosse temporale.

La limite aiguë que forme l'angle entre les faces latérale et inférieure de la grande aile est la **crête infratemporale** (fig. 8.136).

Deux ouvertures (le foramen ovale et le foramen épineux) percent la base de la grande aile et permettent les passages respectifs du nerf mandibulaire (V_3) et de l'artère méningée moyenne, entre la fosse crânienne moyenne et la fosse infratemporale. De plus, un ou plusieurs foramens sphénoïdaux émissaires traversent la base de la grande aile en avant et en dedans du foramen ovale, et livrent passage à des veines émissaires entre le plexus veineux ptérygoïdien de la fosse infratemporale et le sinus caverneux de la fosse crânienne moyenne.

L'**épine du sphénoïde** s'étend verticalement sous la grande aile, immédiatement en dedans du foramen épineux ; de forme irrégulière, elle constitue le site d'insertion de l'extrémité crâniale du ligament sphénomandibulaire.

La lame latérale du processus ptérygoïde est un mince feuillet osseux orienté verticalement qui s'étend en arrière et en dehors du processus ptérygoïde (fig. 8.136). Ses faces latérale et médiale donnent insertion respectivement aux muscles ptérygoïdiens latéral et médial.

Os maxillaire

La face postérieure de l'os maxillaire participe à la constitution de la paroi antérieure de la fosse infratemporale (fig. 8.136). Cette face est marquée par un foramen qui livre passage au nerf et aux vaisseaux alvéolaires postérieurs supérieurs. Le rebord supérieur forme le bord inférieur de la fissure orbitaire inférieure.

Os zygomatique

L'os zygomatique est de forme quadrangulaire et constitue le relief proéminent de la joue :

- le **processus maxillaire** se dirige en avant et en dedans pour s'articuler avec le processus zygomatique de l'os maxillaire ;
- le **processus frontal** se dirige en haut pour s'articuler avec le processus zygomatique de l'os frontal ;
- le **processus temporal** se dirige en arrière pour s'articuler avec le processus zygomatique de l'os temporal et compléter ainsi l'arcade zygomatique.

Un petit foramen zygomaticofacial situé sur la face latérale de l'os zygomatique permet le passage du nerf et des vaisseaux zygomaticofaciaux vers la joue.

Une fine lame osseuse se dirige en arrière et en dedans à partir du processus frontal et participe à la constitution de la paroi latérale de l'orbite par une face, et à la paroi antérieure de la fosse temporale par l'autre face. Un foramen zygomaticotemporal est visible sur la face de la fosse temporale



au niveau de la suture avec le processus frontal, et livre passage aux nerfs zygomaticotemporaux.

Branche de la mandibule

La **branche de la mandibule** est de forme quadrangulaire et présente des faces médiale et latérale, et des processus condylaire et coronoïde (fig. 8.137).

La face latérale de la branche de la mandibule est globalement lisse hormis quelques crêtes orientées obliquement. L'essentiel de la face latérale donne insertion au muscle masséter.

Les bords postérieur et inférieur de la branche de la mandibule forment à leur intersection l'**angle de la mandibule**, et le bord supérieur échancré forme l'**incisure mandibulaire**. Le bord antérieur est effilé et en continuité en bas avec la **ligne oblique** sur le corps de la mandibule.

Le **processus coronoïde** s'étend vers le haut à partir de la jonction entre les bords antérieur et supérieur de la branche. Il constitue un processus triangulaire qui donne insertion au muscle temporal.

Le **processus condylaire** s'étend en haut à partir de la jonction des bords postérieur et supérieur de la branche. Il est constitué par :

- la **tête de la mandibule**, qui est développée en dedans et participe à la formation de l'articulation temporomandibulaire ;
- le **col de la mandibule**, qui présente une dépression peu profonde (la **fossette ptérygoïdienne**) sur sa face antérieure pour l'insertion du muscle ptérygoïdien latéral.

La face médiale de la branche de la mandibule forme la paroi latérale de la fosse infratemporale (fig. 8.137B). Le principal élément observé est le **foramen mandibulaire**, qui est l'ouverture supérieure du canal mandibulaire. Le nerf et les vaisseaux alvéolaires traversent ce foramen.

Juste au-dessus et en avant du foramen mandibulaire, un relief triangulaire (la **lingula**) donne insertion à l'extrémité mandibulaire du ligament sphénomandibulaire.

Un sillon allongé (le **sillon mylohyoïdien**) se dirige en avant et en bas à partir du foramen mandibulaire. Le **nerf destiné au mylohyoïdien** chemine dans ce sillon.

En avant et en arrière du sillon mylohyoïdien et du foramen mandibulaire, la face médiale de la branche de la mandibule est rugueuse du fait de l'insertion du muscle ptérygoïdien médial.

Articulations temporomandibulaires

Les deux articulations temporomandibulaires, une de chaque côté, permettent l'ouverture et la fermeture de la bouche, la manducation et la diduction (mouvements de latéralité) de la mâchoire inférieure.

Chaque articulation est de type synovial, et met en présence la tête de la mandibule avec la fosse articulaire et le tubercule articulaire de l'os temporal (fig. 8.138A).

À la différence de la plupart des autres articulations synoviales où les surfaces articulaires des os sont recouvertes de cartilage hyalin, celles de l'articulation temporomandibu-

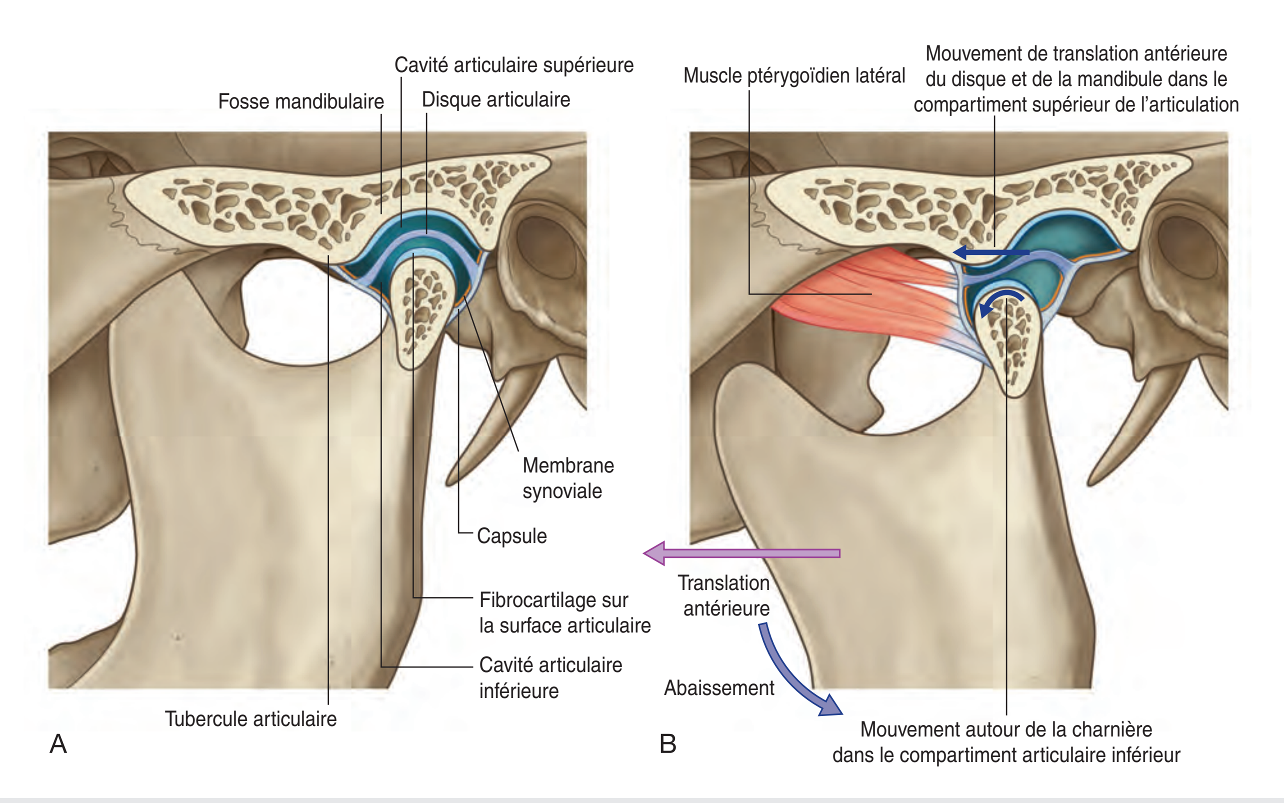


Figure 8.138 Articulation temporomandibulaire. **A.** Bouche fermée. **B.** Bouche ouverte.

laire est couverte de fibrocartilage. De plus, l'articulation est complètement divisée en deux parties par un **disque articulaire** :

- la partie inférieure de l'articulation permet, par effet charnière, l'abaissement et l'élévation de la mandibule ;
- la partie supérieure de l'articulation permet le déplacement antérieur (protrusion) de la tête de la mandibule vers le tubercule articulaire, et le déplacement postérieur (rétraction) dans la fosse mandibulaire.

L'ouverture buccale met en jeu simultanément l'abaissement et la translation antérieure (protrusion) (fig. 8.138B).

Le mouvement de translation antérieure autorise un plus grand abaissement de la mandibule, en évitant un recul postérieur de l'angle de la mandibule vers les structures du cou.

Capsule articulaire

La **membrane synoviale** dans la cavité capsulaire tapisse toutes les faces non recouvertes de cartilage des compartiments supérieur et inférieur de l'articulation, et s'attache aux bords du disque articulaire.

La membrane fibreuse de la capsule articulaire entoure le complexe articulaire et est insérée :

- en haut sur le bord antérieur du tubercule articulaire ;
- latéralement et médialement le long des bords de la fosse articulaire ;
- en arrière de la région de la suture tympanosquameuse ;
- en bas autour de la partie supérieure du col de la mandibule.

Le disque articulaire s'attache par sa périphérie à la face profonde de la capsule.

Ligaments extracapsulaires

Trois ligaments contribuent à stabiliser l'articulation temporomandibulaire : les ligaments latéral, sphénomandibulaire et stylomandibulaire (fig. 8.139).

- Le **ligament latéral** est le plus au contact de l'articulation, immédiatement latéral par rapport à la capsule, et se dirige en diagonale vers l'arrière depuis le bord du tubercule articulaire jusqu'au col de la mandibule.
- Le **ligament sphénomandibulaire** est médial par rapport à l'articulation temporomandibulaire, tendu de l'épine de l'os sphénoïde à la base du crâne à la lingula sur la face médiale de la mandibule.
- Le **ligament stylomandibulaire** est tendu entre le processus styloïde de l'os temporal et le bord postérieur et l'angle de la mandibule.

Mouvements de la mandibule

Un mouvement de manducation ou de grincement survient lorsque les mouvements de l'articulation temporomandibulaire sont coordonnés avec les mouvements réciproques de l'articulation controlatérale. Les mouvements de la mandibule sont l'abaissement, l'élévation, la translation antérieure (protrusion) et la translation postérieure (rétraction) (fig. 8.140).

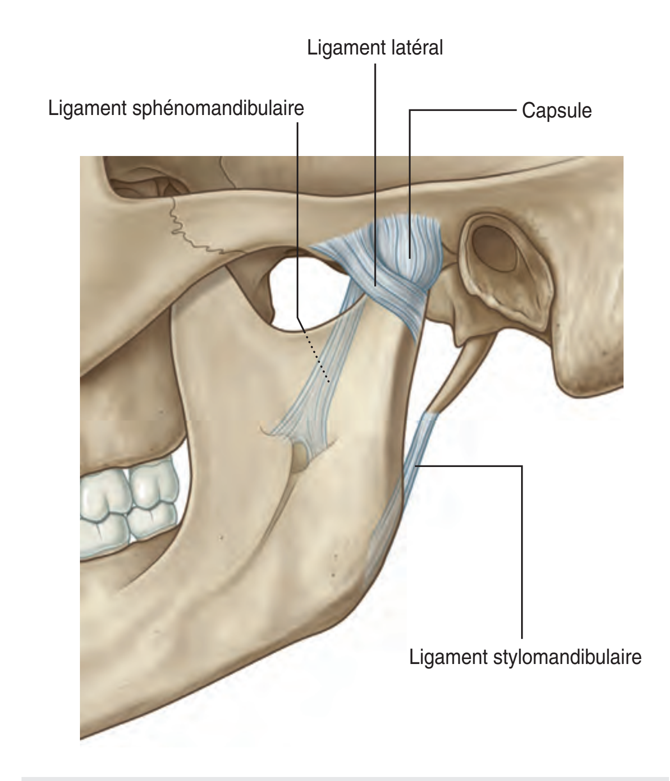


Figure 8.139 Les ligaments de l'articulation temporomandibulaire.

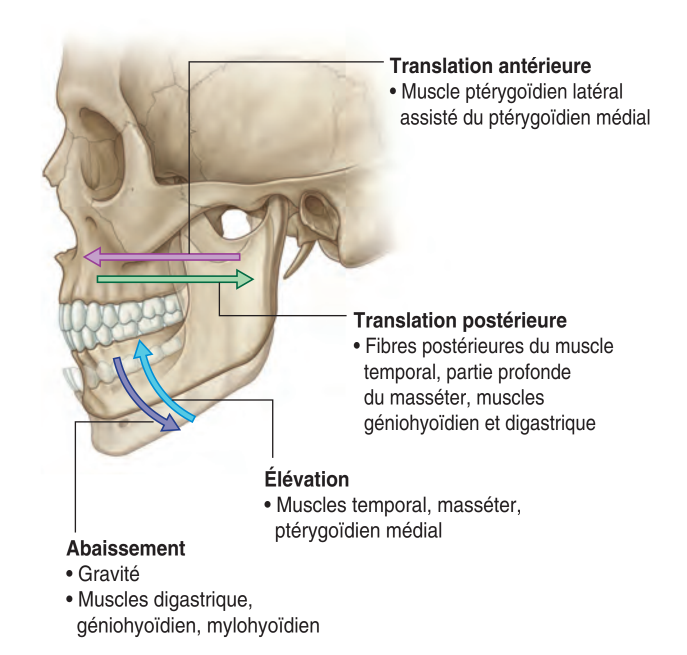


Figure 8.140 Mouvements de l'articulation temporomandibulaire.

- L'abaissement est effectué grâce à l'action des muscles digastrique, géniohyoïdien et mylohyoïdien des deux côtés, et normalement aidée par la gravité. Du fait que ce mouvement associe un déplacement antérieur de la tête de la mandibule sous le tubercule articulaire, les muscles ptérygoïdiens latéraux sont aussi concernés.
- L'élévation est un mouvement très puissant généré par l'action des muscles temporal, masséter et ptérygoïdien médial, et sollicite également le mouvement de la tête de la mandibule dans la fosse mandibulaire.
- La translation antérieure est réalisée par le muscle ptérygoïdien latéral, avec la participation du muscle ptérygoïdien médial.
- La translation postérieure est réalisée par les muscles géniohyoïdien et digastrique, et par les fibres postérieures du muscle temporal et profondes du muscle masséter.

À l'exception du muscle géniohyoïdien, qui est innervé par le nerf spinal C1, tous les muscles qui mobilisent l'articulation temporomandibulaire sont innervés par le nerf mandibulaire (V_3), par des rameaux qui naissent dans la fosse infratemporale.

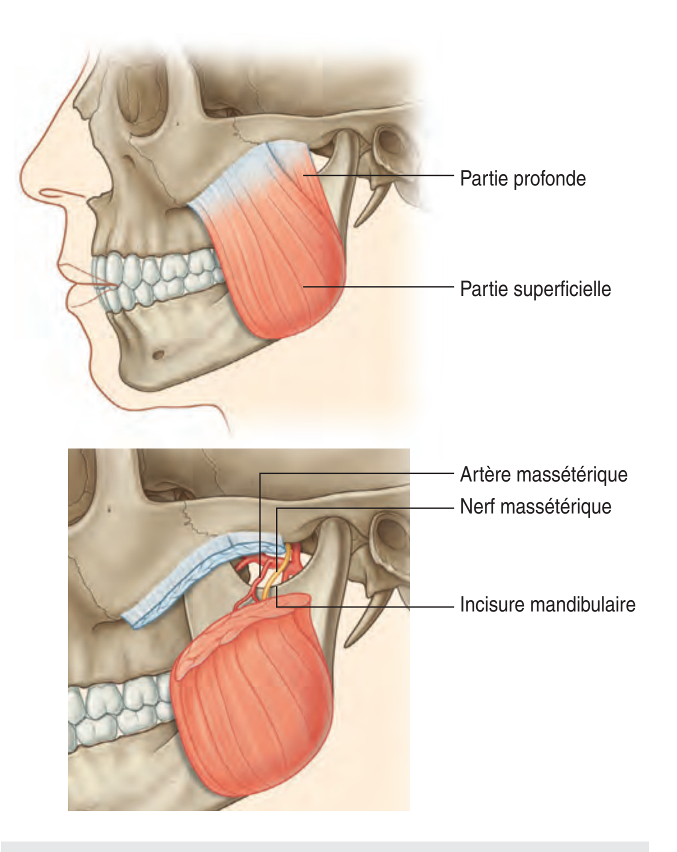


Figure 8.141 Muscle masséter.

Muscle masséter

Le **muscle masséter** est un muscle puissant de la manducation qui relève la mandibule (fig. 8.141 et tableau 8.11). Il recouvre la face latérale de la branche de la mandibule.

Tableau 8.11 Muscles de la manducation.

Muscles	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Masséter	Arcade zygomatique et processus maxillaire de l'os zygomatique	Face latérale de la branche de la mandibule	Nerf massétérique du tronc antérieur du nerf mandibulaire (V_3)	Élévation de la mandibule
Temporal	Surface osseuse de la fosse temporale et fascia temporal	Processus coronoïde de la mandibule et bord antérieur de la branche de la mandibule jusqu'au niveau de la troisième molaire	Nerfs temporaux profonds, issus du tronc antérieur du nerf mandibulaire (V_3)	Élévation et translation postérieure de la mandibule
Ptérygoïdien médial	Chef profond – face médiale de la lame latérale du processus ptérygoïde et processus pyramidal de l'os palatin ; chef superficiel – tubérosité et processus pyramidal de l'os palatin	Face médiale de la mandibule près de l'angle	Nerf du ptérygoïdien médial issu du nerf mandibulaire (V_3)	Élévation et diduction de la mandibule
Ptérygoïdien latéral	Chef supérieur – toit de la fosse infratemporale ; chef inférieur – face latérale de la lame latérale du processus ptérygoïde	Capsule de l'articulation temporomandibulaire dans la région de l'insertion du disque articulaire et fossette ptérygoïdienne sur le col de la mandibule	Nerf pour le muscle ptérygoïdien latéral directement issu du tronc du nerf mandibulaire (V_3) ou du nerf buccal	Translation antérieure et diduction de la mandibule

Le muscle masséter est de forme quadrangulaire et s'insère au-dessus de l'arcade zygomatique en haut et sur presque toute la face latérale de la branche de la mandibule.

La **partie superficielle** du masséter naît du processus maxillaire de l'os zygomatique et des deux tiers antérieurs du processus zygomatique de l'os maxillaire. Il se termine sur l'angle de la mandibule et sur la partie postérieure correspondante de la face latérale de la branche de la mandibule.

La **partie profonde** du masséter naît de la face médiale de l'arcade zygomatique et de la portion postérieure du bord inférieur, et se termine sur la partie centrale et supérieure de la branche de la mandibule jusqu'au processus coronoïde en haut.

Le muscle masséter est innervé par le nerf massétérique issu du nerf mandibulaire (V_3), et vascularisé par l'artère massétérique, branche de l'artère maxillaire.

Le nerf et l'artère massétériques naissent dans la fosse infratemporale et se dirigent latéralement au-dessus du bord de l'incisure mandibulaire pour entrer dans la face profonde du muscle masséter.

Fosse temporale

La fosse temporale est un espace étroit en forme d'éventail qui recouvre la face latérale du crâne (fig. 8.142A) :

- sa limite supérieure est définie par une paire de lignes temporales qui circonscrivent le crâne du processus zygomatique de l'os frontal à la crête supramastoïdienne de l'os temporal ;
- elle est limitée latéralement par le **fascia temporal**, qui est une aponévrose tendue en forme d'éventail qui recouvre le muscle temporal, insérée par son bord postérieur à la ligne temporale supérieure et par son bord inférieur à l'arcade zygomatique ;
- en avant, elle est limitée par la face postérieure du processus frontal de l'os zygomatique, et par la face postérieure du processus zygomatique de l'os frontal, qui séparent la fosse temporale en arrière de l'orbite en avant ;

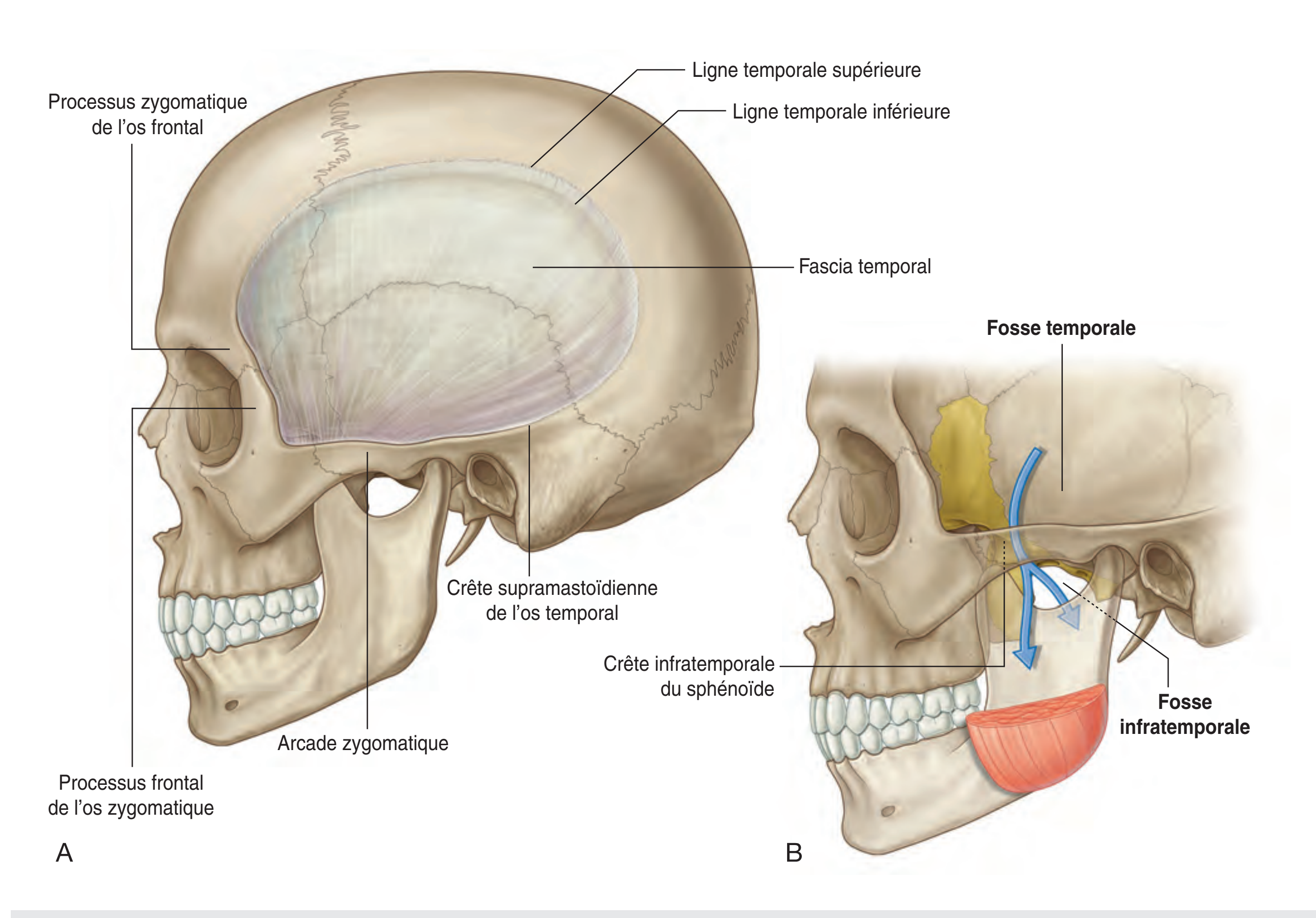


Figure 8.142 Fosse temporale. **A.** Vue latérale. **B.** Vue latérale montrant la fosse infratemporale.

- sa limite inférieure est marquée par l'arcade zygomatique latéralement et par la crête infratemporale de la grande aile du sphénoïde en dedans (fig. 8.142B) – entre ces deux reliefs, le plancher de la fosse infratemporale est ouvert en dedans vers la fosse infratemporale et latéralement vers la région qui contient le muscle masséter.

Contenu

La principale structure contenue dans la fosse temporale est le muscle temporal.

La fosse temporale est également traversée par le rameau zygomaticotemporal du nerf maxillaire (V_2), qui entre dans la région par le foramen zygomaticotemporal à la surface de la fosse temporale de l'os zygomatique.

Muscle temporal

Le **muscle temporal** est un grand muscle en forme d'éventail qui remplit l'essentiel de la fosse temporale (fig. 8.143). Il naît de la face osseuse de la fosse au-dessus de la ligne temporale inférieure et s'insère latéralement à la face du fascia temporal. Les fibres les plus antérieures sont orientées verticalement, alors que les fibres les plus postérieures sont orientées horizontalement. Les fibres convergent vers le bas sur un tendon, qui passe entre l'arcade zygomatique et la crête infratemporale de la grande aile du sphénoïde, pour s'insérer sur le processus coronoïde de la mandibule.

Le muscle temporal est inséré en bas sur la face antérieure du processus coronoïde et le long de la portion en regard du bord de la branche de la mandibule, le plus souvent jusqu'au niveau de la dernière molaire.

Le muscle temporal est un puissant élévateur de la mandibule. Du fait de l'induction par ce mouvement d'une translation postérieure de la tête de la mandibule par rapport au tubercule auriculaire et vers la fosse mandibulaire, le muscle temporal rétracte la mandibule ou la tire vers l'arrière. De plus, le muscle temporal participe au mouvement de diduction de la mandibule.

Le muscle temporal est innervé par les nerfs temporaux profonds qui naissent du nerf mandibulaire (V_3) dans la fosse infratemporale, et passent ensuite dans la fosse temporale.

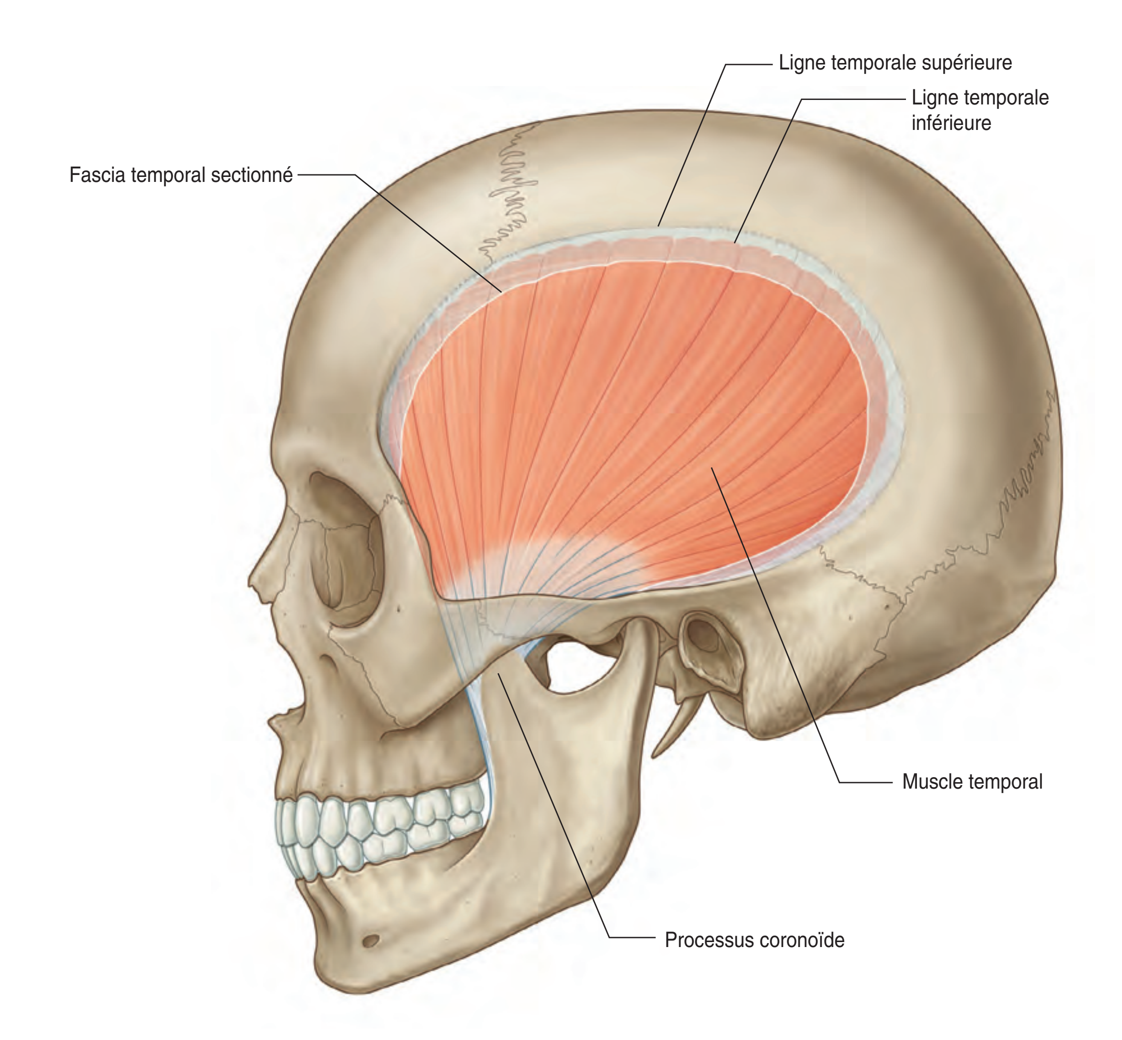


Figure 8.143 Muscle temporal. Vue latérale.

La vascularisation du muscle temporal est assurée par les artères temporales profondes, qui cheminent avec les nerfs, et par l'artère temporale moyenne, qui pénètre dans le fascia temporal à l'extrémité de l'arcade zygomatique.

Nerfs temporaux profonds

Les nerfs temporaux profonds, généralement au nombre de deux, naissent du tronc antérieur du nerf mandibulaire (V_3) dans la fosse infratemporale (fig. 8.144). Ils cheminent au-dessus et autour de la crête infratemporale de la grande aile du sphénoïde pour entrer dans la fosse temporale à la face profonde du muscle temporal et innerver ce dernier.

Nerf zygomaticotemporal

Le nerf zygomaticotemporal est un rameau du nerf zygomatique (voir fig. 8.87). Le nerf zygomatique est un rameau du nerf maxillaire (V_2), qui naît dans la fosse ptérygopalatine et passe dans l'orbite.

Le nerf zygomaticotemporal entre dans la fosse temporale par un ou plusieurs petits foramens à la face de l'os zygomatique qui participe à la fosse temporale.

Les rameaux du nerf zygomaticotemporal cheminent vers le haut entre l'os et le muscle temporal pour pénétrer dans le fascia temporal et innerver la peau de la tempe (fig. 8.144).

Artères temporales profondes

Normalement au nombre de deux, ces artères naissent de l'artère maxillaire dans la fosse infratemporale et cheminent avec les nerfs temporaux profonds autour de la crête infratemporale de la grande aile du sphénoïde pour irriguer le muscle temporal (fig. 8.144). Elles s'anastomosent avec des branches de l'artère temporale moyenne.

Artère temporale moyenne

L'artère temporale moyenne naît de l'artère temporale superficielle juste au-dessus de la racine de l'arcade zygomatique entre cette structure et l'oreille externe (fig. 8.140). Elle pénètre dans le fascia temporal, passe sous le bord du muscle temporal, et chemine vers le haut à la face profonde du muscle temporal.

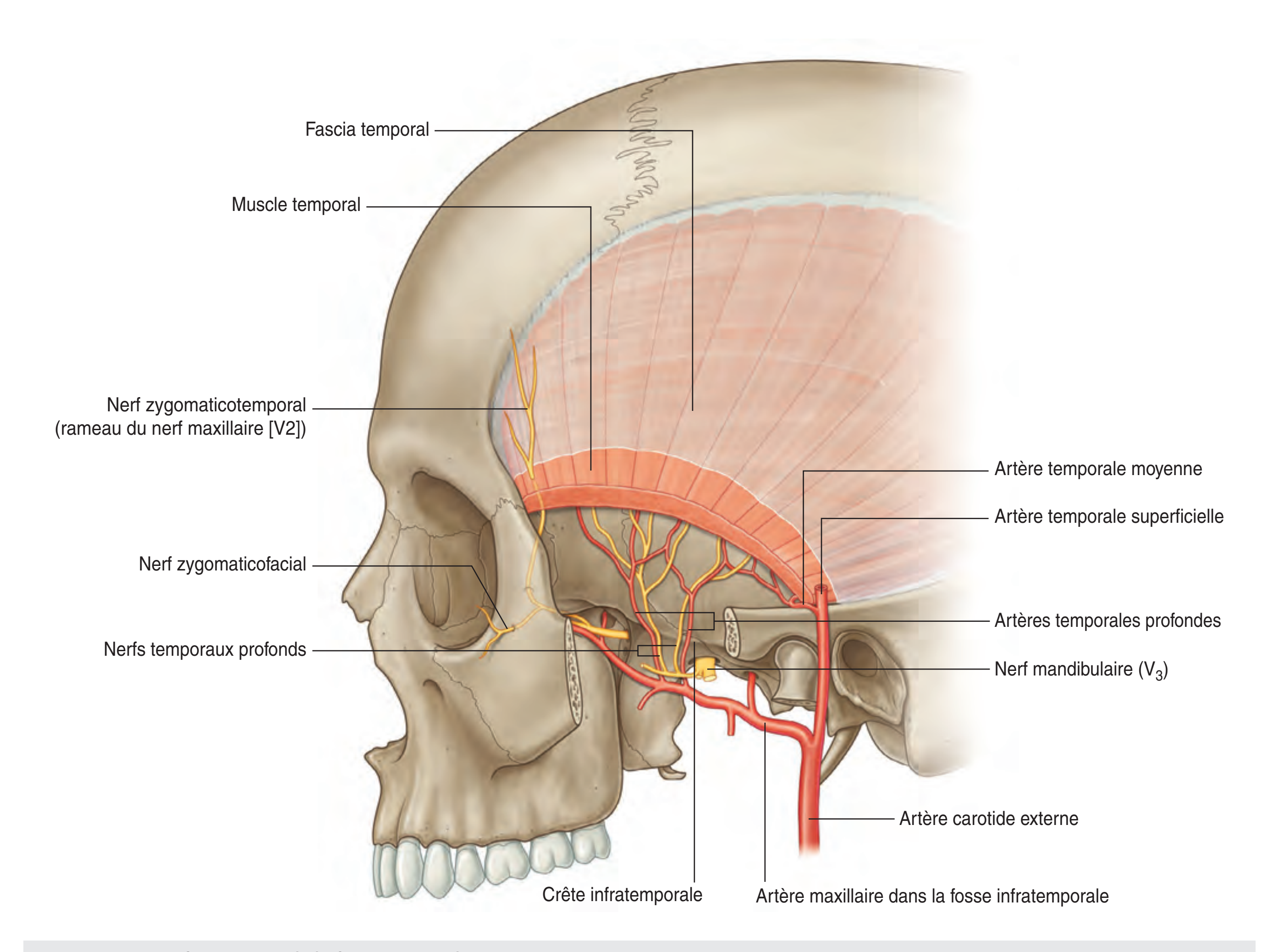


Figure 8.144 Nerfs et artères de la fosse temporale.

L'artère temporale moyenne irrigue le muscle temporal et s'anastomose avec les branches des artères temporales profondes.

Fosse infratemporale

La fosse infratemporale, en forme de coin, est située sous la fosse temporale, et entre la branche de la mandibule latéralement et la paroi du pharynx médialement. On lui décrit un toit, une paroi latérale et une paroi médiale, et elle s'ouvre en bas et en arrière (fig. 8.145).

- Le **toit**, formé par les faces inférieures de la grande aile du sphénoïde et de l'os temporal, comporte le foramen épineux, le foramen ovale et la fissure pétrotympanique, et s'ouvre en haut vers la fosse temporale, en dehors de la crête infratemporale de la grande aile du sphénoïde.
- La **paroi latérale** est la face médiale de la branche de la mandibule, qui contient l'ouverture du canal mandibulaire.
- La **paroi médiale** est formée en avant par la lame latérale du processus ptérygoïde et plus en arrière par le pharynx et par deux muscles du palais mou (les muscles tenseur et élévateur du voile du palais), et présente la fissure ptérygomaxillaire en avant, qui livre passage entre les fosses infratemporale et ptérygopalatine.
- La **paroi antérieure**, formée par une partie de la face postérieure de l'os maxillaire, présente le foramen alvéolaire, et la partie supérieure, qui s'ouvre par la fissure infraorbitaire dans l'orbite.

Contenu

Les principaux éléments contenus dans la fosse infratemporale sont le ligament sphénomandibulaire, les muscles ptérygoïdiens médial et latéral (tableau 8.11), l'artère maxillaire, le nerf mandibulaire (V_3), des rameaux du nerf facial (VII), le nerf glossopharyngien (IX), et les veines du plexus ptérygoïdien.

Figure 8.145 Limites de la fosse infratemporale.

Ligament sphénomandibulaire

Le ligament sphénomandibulaire est un ligament extracapsulaire de l'articulation temporomandibulaire. Il s'insère en haut sur l'épine de l'os sphénoïde et s'étend vers le bas pour se terminer sur la lingula de la mandibule et le bord postérieur du foramen mandibulaire (fig. 8.146).

Muscle ptérygoïdien médial

Le **muscle ptérygoïdien médial** est de forme quadrangulaire, et constitué par un chef profond et un chef superficiel (fig. 8.146).

- Le **chef profond** est inséré au-dessus de la face médiale de la lame latérale du processus ptérygoïde et sur la face adjacente du processus pyramidal de l'os palatin, et descend obliquement vers le bas, en dedans du ligament sphénomandibulaire, pour s'insérer sur la face médiale de la branche de la mandibule, près de l'angle.
- Le **chef superficiel** naît de la tubérosité de l'os maxillaire et du processus pyramidal de l'os palatin adjacent, et s'unit avec le chef profond pour s'insérer sur la mandibule.

Le muscle ptérygoïdien médial relève la mandibule. Du fait de son trajet oblique vers l'arrière pour s'insérer sur la mandibule, il agit aussi en synergie avec le muscle ptérygoïdien dans le mouvement de protraction de la mâchoire inférieure.

Le muscle ptérygoïdien médial est innervé par le nerf du ptérygoïdien médial issu du nerf mandibulaire (V_3).

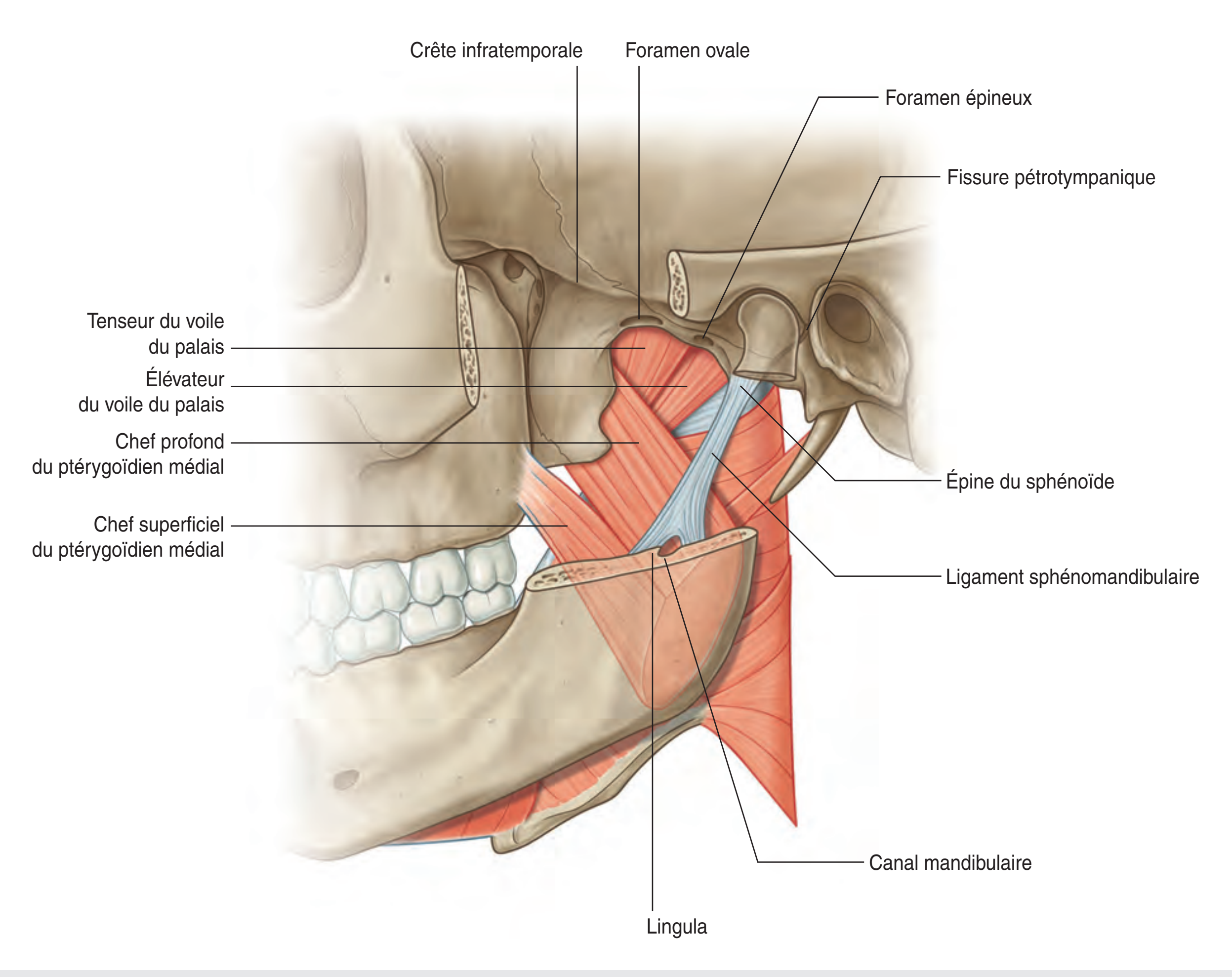


Figure 8.146 Muscle ptérygoïdien médial.

Muscle ptérygoïdien latéral

Le muscle **ptérygoïdien latéral** est un muscle triangulaire épais, qui présente, comme le muscle ptérygoïdien médial, deux chefs (fig. 8.147) :

- Le **chef supérieur** naît du toit de la fosse infratemporale (face inférieure de la grande aile du sphénoïde et de la crête infratemporale), en dehors du foramen ovale et du foramen épineux.
- Le **chef inférieur** est plus grand que le chef supérieur et naît de la face latérale de la lame latérale du processus ptérygoïdien ; la partie inférieure s'insinue entre les insertions crâniales des deux chefs du muscle ptérygoïdien médial.

Les fibres des deux chefs du muscle ptérygoïdien latéral convergent pour s'insérer dans la fossette ptérygoïdienne du col de la mandibule, et sur la capsule de l'articulation temporomandibulaire dans la zone où la capsule est attachée en dedans au disque articulaire.

À la différence du muscle ptérygoïdien médial dont les fibres sont orientées verticalement, les fibres du muscle ptérygoïdien latéral sont orientées presque horizontalement. De ce fait, lorsque le muscle ptérygoïdien latéral se contracte, il tire le disque articulaire et la tête de la mandibule en avant vers le tubercule articulaire et constitue ainsi le plus important moteur de la translation antérieure de la mâchoire inférieure.

Le ptérygoïdien latéral est innervé par le nerf du ptérygoïdien latéral, issu du nerf mandibulaire (V_3).

Lors de la contraction unilatérale des muscles ptérygoïdiens latéral et médial, le menton se déplace vers le côté opposé. La contraction coordonnée de mouvements opposés des deux articulations temporomandibulaires provoque des mouvements de mastication.

Nerf mandibulaire (V_3)

Le nerf mandibulaire (V_3) est le plus volumineux des trois rameaux du nerf trijumeau (V).

À la différence des nerfs ophtalmiques (V_1) et maxillaire (V_2), qui sont purement sensitifs, le nerf mandibulaire (V_3) est mixte, à la fois moteur et sensitif.

Figure 8.147 Muscle ptérygoïdien latéral.

Le nerf mandibulaire (V_3) véhicule la sensibilité des dents et des gencives de la mandibule, des deux tiers antérieurs de la langue, de la muqueuse du plancher de la cavité orale, de la lèvre inférieure, de la peau de la tempe et de la partie inférieure de la face, et d'une partie de la dure-mère crânienne, mais il assure aussi l'innervation de la plupart des muscles qui mobilisent la mandibule, de l'un des muscles de l'oreille moyenne (tenseur du tympan) et de l'un des muscles du palais mou (tenseur du voile du palais).

Tous les rameaux du nerf mandibulaire (V_3) naissent dans la fosse infratemporale.

Comme pour les nerfs ophtalmique (V_1) et maxillaire (V_2), le contingent sensitif du nerf mandibulaire (V_3) naît du ganglion trigéminal dans la fosse crânienne moyenne (fig. 8.148) :

- la partie sensitive du nerf mandibulaire (V_3) descend verticalement à travers le foramen ovale et entre dans la fosse infratemporale entre le muscle tenseur du voile du palais et le chef supérieur du muscle ptérygoïdien latéral ;
- la petite racine motrice du nerf trijumeau (V) se dirige en dedans vers le ganglion trigéminal dans la cavité crânienne, puis traverse le foramen ovale et s'unit immédiatement à la partie sensitive du nerf mandibulaire (V_3).

Rameaux

Peu après la jonction des racines sensitive et motrice, le nerf mandibulaire (V_3) donne naissance à un petit rameau méningé et au nerf du ptérygoïdien médial, puis se divise en deux troncs, antérieur et postérieur (fig. 8.148) :

- les rameaux du tronc antérieur sont les nerfs buccal, massétérique et temporal profond, et le nerf du ptérygoïdien latéral ; ils sont tous des nerfs moteurs, à l'exception du nerf buccal (qui est essentiellement sensitif) ;
- les rameaux du tronc postérieur sont les nerfs auriculotemporal, lingual et alvéolaire inférieur ; ils sont tous des nerfs sensitifs, à l'exception d'un petit nerf (nerf du mylohoïdien) qui naît du nerf alvéolaire inférieur.

Rameau méningé

Le rameau méningé naît de la face médiale du nerf mandibulaire (V_3), et monte pour quitter la fosse infratemporale avec l'artère méningée moyenne et entrer à nouveau dans la cavité crânienne par le foramen épineux (fig. 8.148). Il est sensitif pour la dure-mère, essentiellement pour la fosse crânienne moyenne, et innerve également les cellules mastoïdiennes qui communiquent avec l'oreille moyenne.

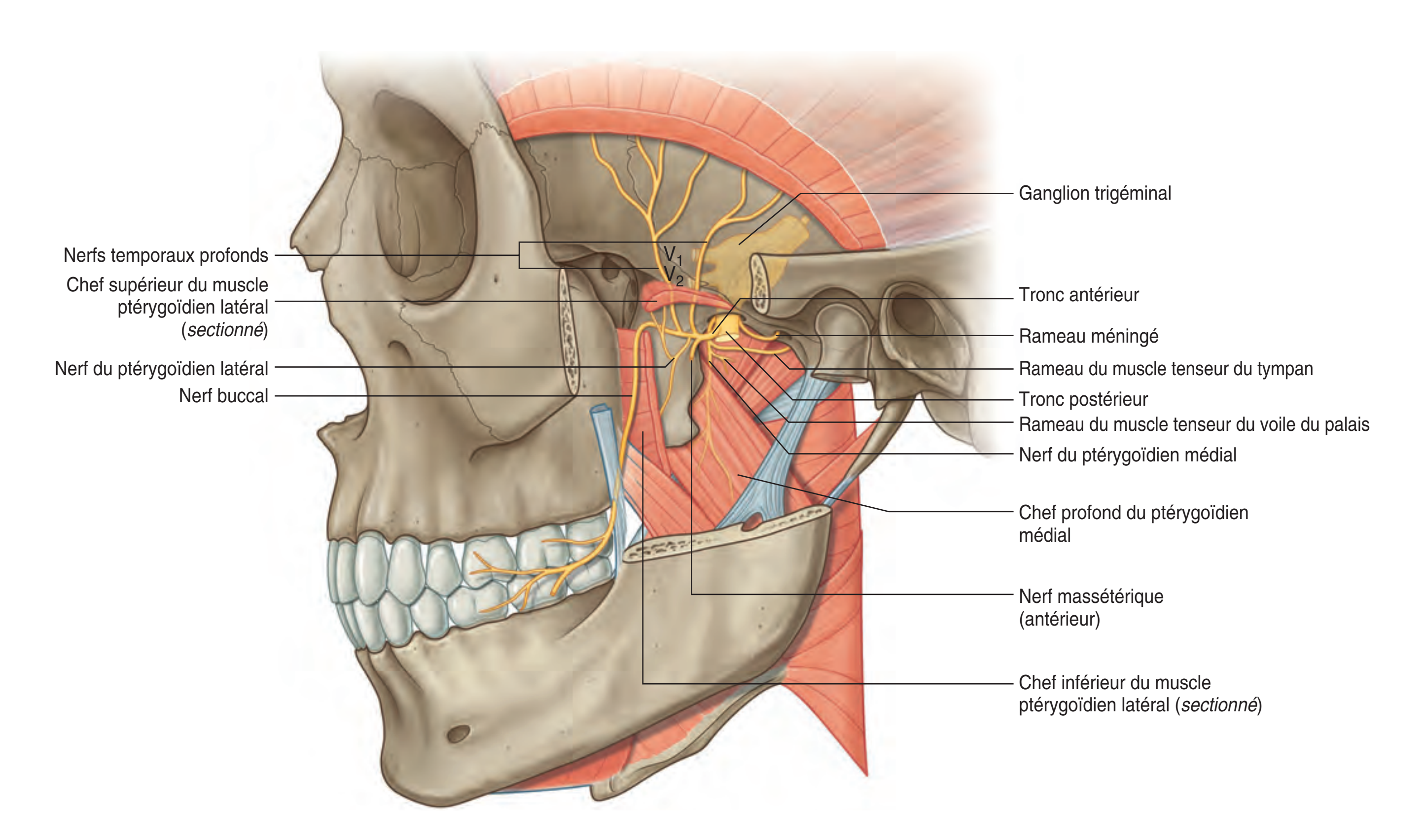


Figure 8.148 Nerf mandibulaire (V_3) – tronc antérieur. Rameau méningé et nerf du ptérygoïdien médial.

Nerf du ptérygoïdien médial

Le nerf du ptérygoïdien médial naît aussi de la face médiale du nerf mandibulaire (V_3) (fig. 8.148). Il descend pour entrer dans la face profonde du muscle ptérygoïdien médial et l'innerver. Près de son origine du nerf mandibulaire (V_3), il donne deux petits rameaux :

- l'un d'eux innerve le tenseur du voile du palais ;
- l'autre monte pour innerver le muscle tenseur du tympan qui occupe un petit canal osseux situé au-dessus de, et parallèle à, la trompe auditive dans l'os temporal.

Nerf buccal

Le nerf buccal est un rameau du tronc antérieur du nerf mandibulaire (V_3) (fig. 8.148). Il s'agit d'un nerf essentiellement sensitif, mais il peut aussi assurer l'innervation du muscle ptérygoïdien latéral et, en partie, l'innervation du muscle temporal.

Le nerf buccal se dirige en dehors entre les chefs supérieur et inférieur du muscle ptérygoïdien latéral, puis il descend autour du bord antérieur de l'insertion du muscle temporal jusqu'au bord antérieur de la branche de la mandibule, souvent en traversant le tendon du muscle temporal. Il continue dans la partie latérale de la joue vers le muscle buccinateur pour assurer l'innervation sensitive de la peau adjacente, de la muqueuse buccale et de la gencive des molaires inférieures.

Nerf massétérique

Le nerf massétérique est une branche du tronc antérieur du nerf mandibulaire (V3) (fig. 8.148 ; voir aussi fig. 8.141). Il se dirige latéralement au-dessus du muscle ptérygoïdien latéral et à travers l'incisure mandibulaire pour pénétrer dans le muscle masséter qu'il innerve.

Nerfs temporaux profonds

Les nerfs temporaux profonds, habituellement au nombre de deux, naissent du tronc antérieur du nerf mandibulaire (V3) (fig. 8.148 ; voir aussi fig. 8.144). Ils se dirigent latéralement au-dessus du muscle ptérygoïdien latéral et contournent la crête infratemporale pour monter dans la fosse temporale et innerver le muscle temporal par sa face profonde.

Nerf du ptérygoïdien latéral

Le nerf du ptérygoïdien latéral peut naître directement comme un rameau du tronc antérieur du nerf mandibulaire (V_3), ou de son rameau buccal (fig. 8.148). À partir de son origine, il pénètre directement dans la face profonde du muscle ptérygoïdien latéral.

Nerf auriculotemporal

Le nerf auriculotemporal est le premier rameau du tronc postérieur du nerf mandibulaire (V_3) et naît par deux racines, qui se dirigent en arrière autour de l'artère méningée moyenne qui monte de l'artère maxillaire vers le foramen épineux (fig. 8.149).

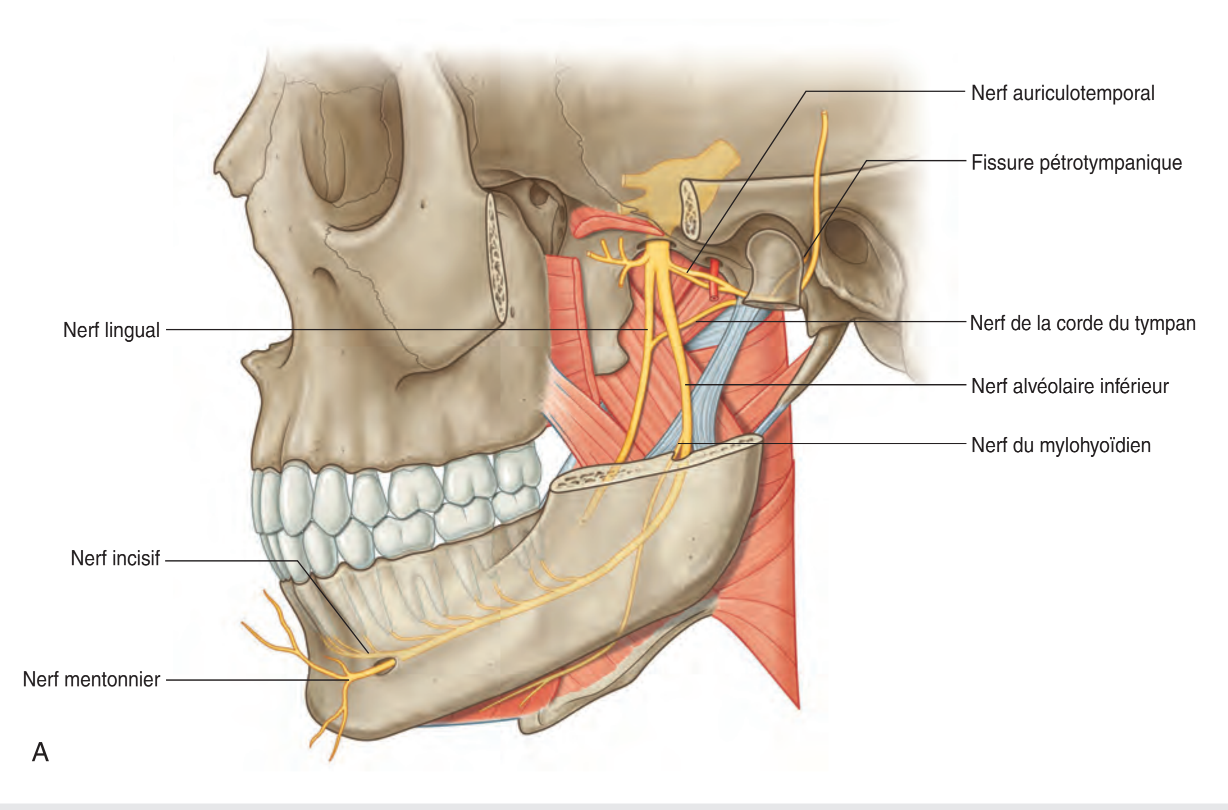


Figure 8.149 Nerf mandibulaire (V_3) – tronc postérieur. **A.** Vue latérale. Nerf mandibulaire (V_3) – tronc postérieur.

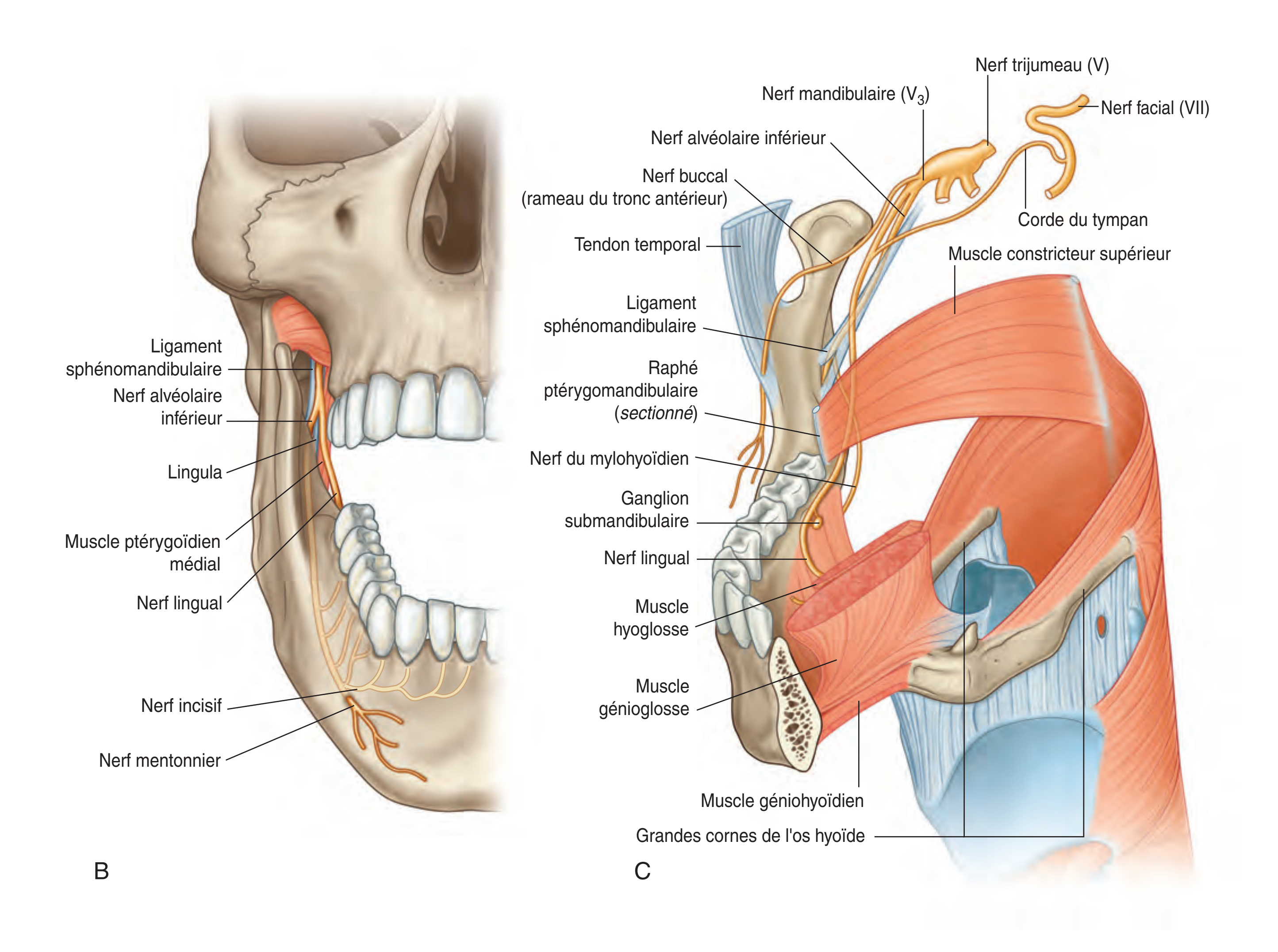


Figure 8.149 Suite B. Vue antérieure. **C.** Vue antéromédiale.

Le nerf auriculotemporal chemine tout d'abord entre le muscle tenseur du voile du palais et le chef supérieur du muscle ptérygoïdien latéral, puis entre le ligament sphénomandibulaire et le col de la mandibule. Il s'incurve latéralement autour du col de la mandibule et monte ensuite en profondeur par rapport à la glande parotide entre l'articulation temporomandibulaire et l'auricule.

Les rameaux terminaux du nerf auriculotemporal véhiculent la sensibilité d'une zone importante de la tempe. De plus, le nerf auriculotemporal contribue à assurer l'innervation sensitive de l'oreille externe, du méat acoustique externe, de la membrane tympanique et de l'articulation temporomandibulaire. Il véhicule aussi des fibres parasympathiques postganglionnaires du nerf glossopharyngien (IX) pour la glande parotide.

Nerf lingual

Le **nerf lingual** est le principal rameau sensitif du tronc postérieur du nerf mandibulaire (V_3) (fig. 8.149A,B). Il transporte la sensibilité générale des deux tiers antérieurs de la langue, de la muqueuse buccale du plancher de la cavité orale, et de la gencive linguale des dents inférieures.

Le nerf lingual est rejoint dans la fosse infratemporale par la corde du tympan, rameau du nerf facial (VII) (fig. 8.149C), qui transporte :

- les fibres du goût des deux tiers antérieurs de la langue ;
- les fibres parasympathiques de toutes les glandes salivaires sous le niveau de la fente orale.

Le nerf lingual descend tout d'abord entre le muscle tenseur du voile du palais et le muscle ptérygoïdien latéral, où il est rejoint par la corde du tympan, puis il descend en croisant la face latérale du muscle ptérygoïdien médial pour entrer dans la cavité orale.

Le nerf lingual entre dans la cavité orale entre l'insertion postérieure du muscle mylohyoïdien sur la ligne mylohyoïdienne et l'insertion du muscle constricteur supérieur du pharynx sur le raphé ptérygomandibulaire. À son entrée dans la cavité orale, le

nerf est dans un sillon creusé à la face médiale de la mandibule immédiatement sous la dernière molaire. Dans cette position, il est palpable à travers la muqueuse buccale, et exposé à une lésion lors d'une opération sur les molaires et les gencives (fig. 8.149C).

Le nerf lingual entre dans la langue à la face latérale du muscle hyoglosse, où il est attaché au **ganglion submandibulaire**. Ce ganglion est le site où les fibres parasympathiques préganglionnaires portées par le nerf lingual de la fosse infratemporale jusqu'au plancher de la cavité orale font synapse avec les fibres parasympathiques postganglionnaires (voir fig. 8.150).

Nerf alvéolaire inférieur

Le **nerf alvéolaire inférieur**, comme le nerf lingual, est un des principaux rameaux sensitifs du tronc postérieur du nerf mandibulaire (V_3) (fig. 8.149A–C). Il innerve non seulement toutes les dents inférieures et l'essentiel de la gencive associée, mais aussi la muqueuse et la peau de la lèvre inférieure et la peau du menton. Il a un rameau moteur, qui innerve le muscle mylohyoïdien et le ventre antérieur du muscle digastrique.

Le nerf alvéolaire inférieur naît à la face profonde du muscle ptérygoïdien latéral du tronc postérieur du nerf mandibulaire (V_3) en association avec le nerf lingual. Il descend sur la face latérale du muscle ptérygoïdien médial, passe entre le ligament sphénomandibulaire et la branche de la mandibule, puis entre dans le canal mandibulaire par le foramen mandibulaire. Juste avant d'entrer dans le foramen mandibulaire, il donne naissance au **nerf du mylohyoïdien** (fig. 8.149C), qui chemine dans le sillon mylohyoïdien sous le foramen, et continue en avant sous le plancher de la cavité orale pour innerver le muscle mylohyoïdien et le ventre antérieur du muscle digastrique.

Le nerf alvéolaire inférieur se dirige en avant dans le canal mandibulaire de la mâchoire inférieure. Le canal mandibulaire et son contenu sont en position inférieure sous les racines des molaires, et les racines peuvent parfois s'enrouler autour du canal et rendre l'extraction de ces dents difficile.

Le nerf alvéolaire inférieur donne des rameaux pour les trois molaires et la seconde prémolaire, ainsi que pour la gencive labiale correspondante, puis se divise en deux rameaux terminaux :

- le **nerf incisif**, qui continue dans le canal mandibulaire pour innerver la première prémolaire, l'incisive et la canine, et la gencive correspondante ;
- le **nerf mentonnier**, qui sort de la mandibule par le foramen mentonnier et innerve la lèvre inférieure et le menton (fig. 8.149A,B). Le nerf mentonnier est palpable et parfois visible à travers la muqueuse buccale adjacente aux racines des premières prémolaires.

Corde du tympan et nerf petit pétreux

Des nerfs issus de deux nerfs crâniens rejoignent le nerf mandibulaire (V_3) dans la fosse infratemporale (fig. 8.150). Ce sont le nerf de la corde du tympan, issu du nerf facial (VII), et le nerf petit pétreux, issu du plexus tympanique dans l'oreille moyenne, qui naît d'un rameau du nerf glossopharyngien (IX) (voir fig. 8.125).

Corde du tympan

Le nerf de la corde du tympan (fig. 8.150) assure la perception du goût dans les deux tiers antérieurs de la langue et l'innervation parasympathique de toutes les glandes salivaires situées sous le niveau de la fente orale.

La corde du tympan naît du nerf facial (VII) dans l'os temporal au contact de la paroi postérieure de l'oreille moyenne, se dirige en avant dans un petit canal, et entre dans la partie latérale de l'oreille moyenne. En continuant en avant et en haut, il est séparé de la membrane tympanique par le manche du malleus. Il quitte l'oreille moyenne à travers l'extrémité médiale de la fissure pétrotympanique, entre dans la fosse infratemporale, descend en dedans de l'épine du sphénoïde puis du muscle ptérygoïdien latéral, et s'unit au nerf lingual.

Les fibres parasympathiques préganglionnaires transportées par la corde du tympan font synapse dans le ganglion submandibulaire avec les fibres parasympathiques postganglionnaires, qui accompagnent le nerf lingual dans le plancher buccal.

Les fibres parasympathiques postganglionnaires quittent le ganglion submandibulaire et peuvent :

- soit regagner le nerf lingual pour suivre ses rameaux terminaux jusqu'aux tissus cibles ;
- soit cheminer directement du ganglion submandibulaire jusqu'aux glandes (fig. 8.150).

Les fibres du goût (AS) ne passent pas par le ganglion et se distribuent avec les rameaux terminaux du nerf lingual.

Nerf petit pétreux

Le nerf petit pétreux contient principalement des fibres parasympathiques destinées à la glande parotide (fig. 8.150). Les fibres ganglionnaires parasympathiques sont situées dans le nerf glossopharyngien (IX) au niveau de son émergence de la base du crâne par le foramen jugulaire. Le nerf tympanique naît du nerf glossopharyngien (IX) dans le foramen jugulaire ou juste à sa sortie (fig. 8.150B).

En clinique

Lésion du nerf lingual

Une lésion du nerf lingual en amont du point de jonction avec la corde du tympan dans la fosse infratemporale produira un déficit de la sensibilité générale des deux tiers antérieurs de la langue, de la muqueuse buccale, de la gencive, de la lèvre inférieure et du menton.

Si une lésion du nerf lingual se situe en position plus distale par rapport au site de jonction avec la corde du tympan, la sécrétion des glandes salivaires situées sous le niveau de la fente orale et la perception du goût au niveau des deux tiers antérieurs de la langue seront également perdues.

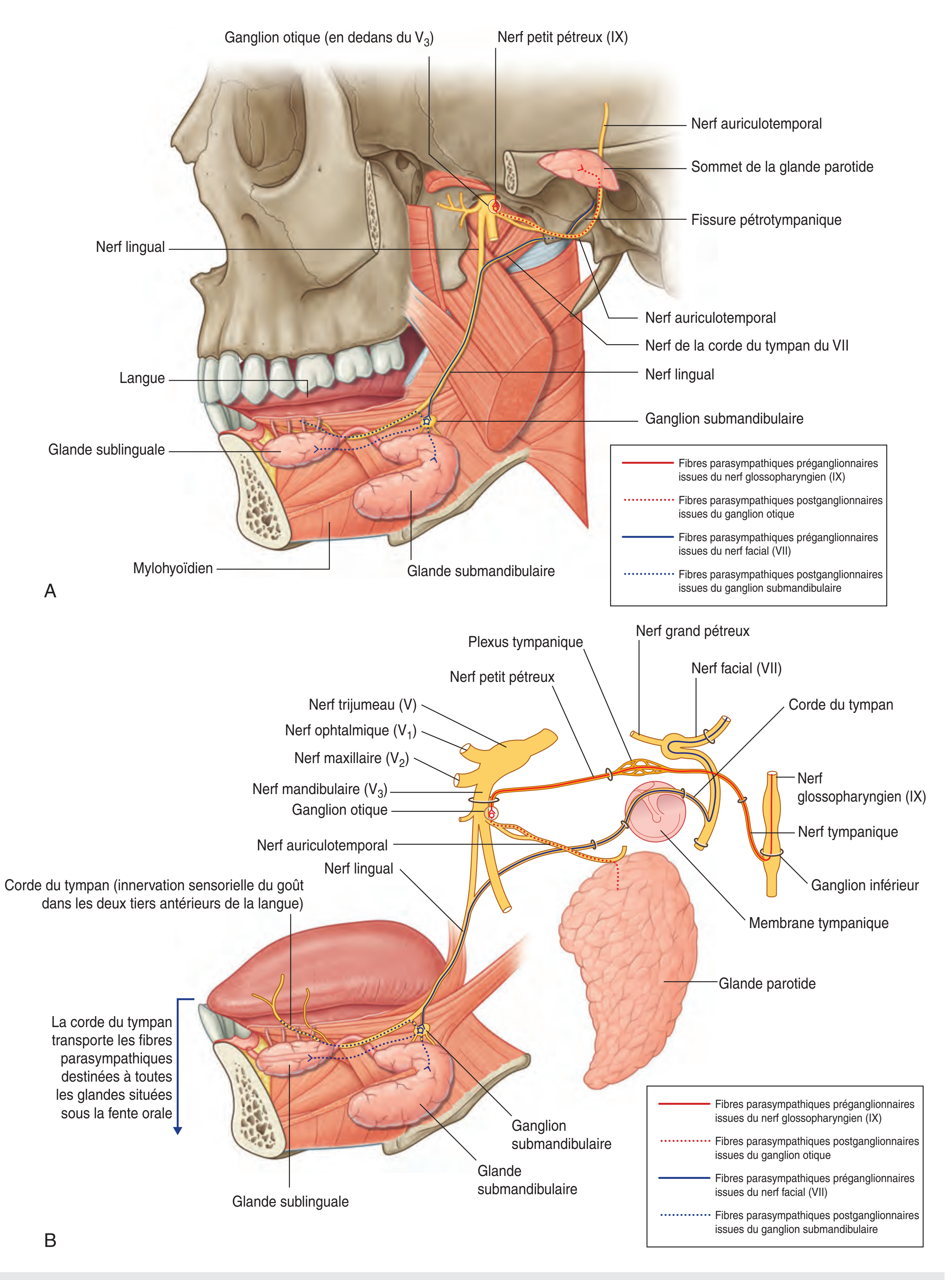


Figure 8.150 Nerf de la corde du tympan et nerf petit pétreux. **A.** Trajet après l'émergence hors du crâne. **B.** Trajet des fibres parasympathiques.



Le nerf tympanique entre à nouveau dans l'os temporal par un petit foramen sur le bord de l'os qui sépare le foramen jugulaire du canal carotidien, et monte par un petit canal osseux (canalicule tympanique inférieur) vers le promontoire situé sur la paroi labyrinthique (médiale) de l'oreille moyenne. Il participe à ce niveau à la formation du plexus tympanique. Le nerf petit pétreux est un rameau de ce plexus (fig. 8.150B).

Le nerf petit pétreux contient surtout des fibres parasympathiques préganglionnaires. Il quitte l'oreille moyenne et entre dans la fosse crânienne moyenne par une petite ouverture à la face antérieure de la partie pétreuse de l'os temporal, juste en dehors et en dessous de l'ouverture du nerf grand pétreux qui provient du nerf facial (VII). Le nerf petit pétreux se dirige alors en dedans et descend à travers le foramen ovale avec le nerf mandibulaire (V_3).

Dans la fosse infratemporale, les fibres parasympathiques préganglionnaires font synapse avec les corps cellulaires des fibres parasympathiques postganglionnaires dans le ganglion otique localisé à la face médiale du nerf mandibulaire (V_3) autour de l'origine du nerf du ptérygoïdien médial. Les fibres parasympathiques postganglionnaires quittent le ganglion otique et s'unissent au nerf auriculotemporal, qui les transporte vers la glande parotide.

En clinique

Anesthésie dentaire

L'anesthésie du nerf alvéolaire inférieur est largement pratiquée par la plupart des dentistes. Le nerf alvéolaire inférieur est l'un des plus grands rameaux du nerf mandibulaire (V_3) ; il véhicule les rameaux sensitifs provenant des dents et de la mandibule, et reçoit l'information sensitive provenant de la peau qui recouvre la mandibule.

Le nerf alvéolaire inférieur passe dans le canal mandibulaire, chemine dans le corps de la mandibule, et peut émerger par le foramen mentonnier dans le menton.

Les gestes de la chirurgie dentaire nécessitent une infiltration périneurale du nerf alvéolaire inférieur par un anesthésique local. Pour anesthésier ce nerf, l'aiguille est placée latéralement par rapport à l'arcade antérieure dans la cavité buccale et est poussée le long du bord médial autour du tiers inférieur du corps de la mandibule, de manière à injecter l'anesthésique dans cette région.

Il est également possible de bloquer les nerfs infraorbitaire et buccal, selon le territoire d'anesthésie souhaité.

Artère maxillaire

L'artère maxillaire est la plus grande branche de l'artère carotide externe dans le cou, et constitue un apport majeur à la vascularisation de la cavité nasale, de la paroi latérale et du toit de la cavité orale, de toutes les dents, ainsi que de la dure-mère dans la cavité crânienne. Elle chemine dans la fosse infratemporale qu'elle irrigue, puis entre dans la fosse ptérygopalatine, où elle donne naissance aux branches terminales (fig. 8.151).

L'artère maxillaire naît dans l'épaisseur de la glande parotide et se dirige en avant, entre le col de la mandibule et le ligament sphénomandibulaire, dans la fosse infratemporale. Elle monte obliquement à travers la fosse infratemporale pour entrer dans la fosse ptérygopalatine en passant par la fissure ptérygomaxillaire. Cette partie de l'artère peut passer soit en dedans, soit en dehors du chef inférieur du muscle ptérygoïdien latéral. Si elle passe en dedans du chef inférieur, l'artère maxillaire fait une boucle latéralement entre les chefs supérieur et inférieur du muscle ptérygoïdien latéral pour gagner la **fissure ptérygomaxillaire**.

Branches

Les branches de l'artère maxillaire sont les suivantes (fig. 8.151) :

- la première partie de l'artère maxillaire (située entre le col de la mandibule et le ligament sphénomandibulaire) donne origine aux deux branches principales (l'artère méningée moyenne et les artères alvéolaires inférieures) et à plusieurs petites branches (artères auriculaire profonde, tympanique antérieure et méningée accessoire) ;
- la deuxième partie de l'artère maxillaire (la partie en rapport avec le muscle ptérygoïdien latéral) donne origine aux branches temporale profonde, massétérique, buccale et ptérygoïdienne, qui cheminent avec les rameaux du nerf mandibulaire (V_3) ;
- la troisième partie de l'artère maxillaire est dans la fosse ptérygopalatine (voir fig. 8.158).

Artère méningée moyenne

L'artère méningée moyenne monte verticalement à partir de l'artère maxillaire et passe à travers le foramen épineux pour entrer dans la cavité crânienne (fig. 8.151). Dans la fosse infratemporale, elle se dirige en haut entre le ligament sphénomandibulaire sur le versant médial et le muscle ptérygoïdien latéral en dehors. Juste sous le foramen épineux, elle passe entre les deux racines du nerf auriculotemporal à leur origine sur le nerf mandibulaire (V_3) (fig. 8.151).

L'artère méningée moyenne est le plus important des vaisseaux méningés et vascularise une grande partie de la dure-mère, de l'os et de la moelle osseuse correspondante des parois de la cavité crânienne.

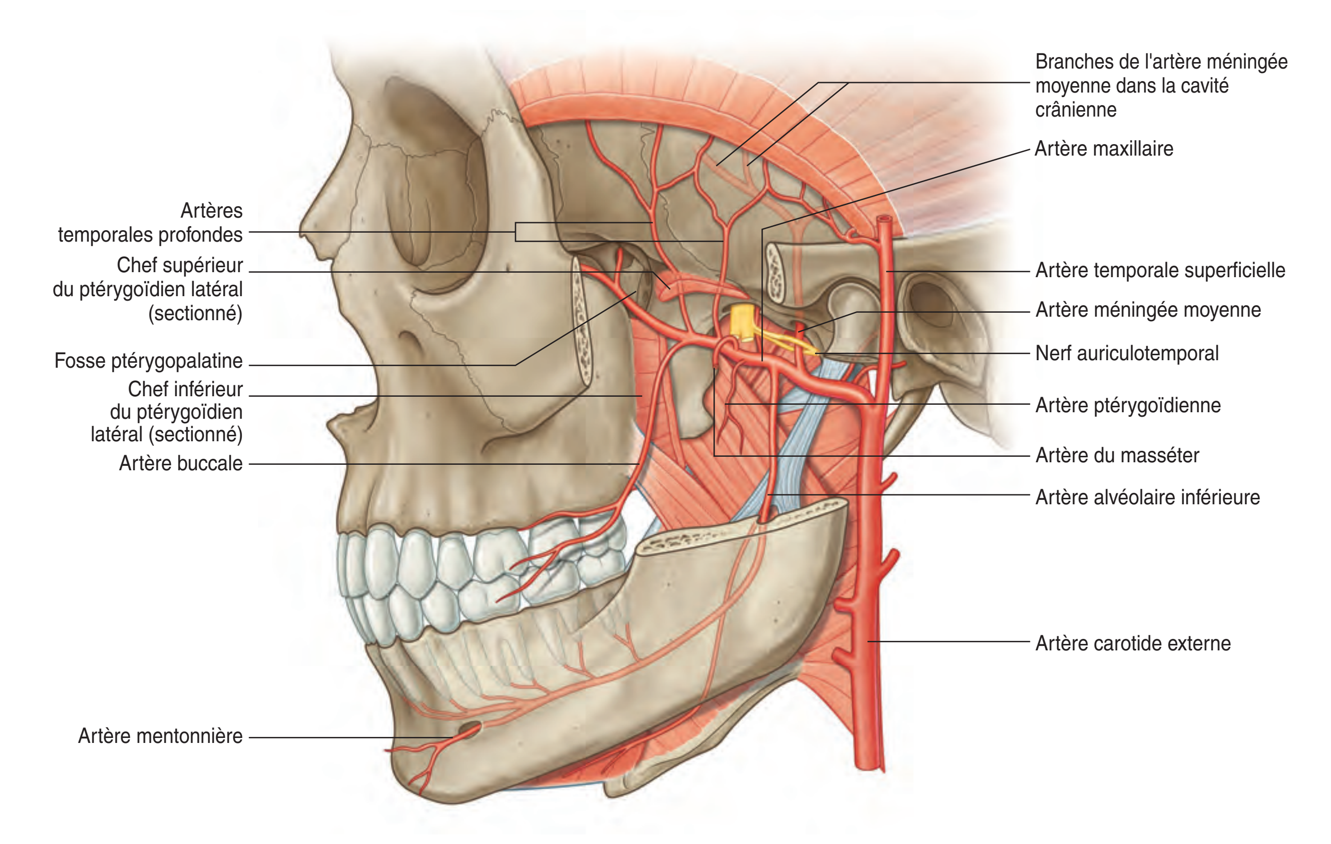


Figure 8.151 Artère maxillaire.

Dans la cavité crânienne, l'artère méningée moyenne et ses branches cheminent dans la couche périostée (externe) de la dure-mère, qui est étroitement adhérente aux parois osseuses. Au cours de leur passage vers la partie supérieure de la paroi osseuse de la cavité crânienne, les principales branches de l'artère méningée moyenne peuvent être lésées par des traumatismes crâniens latéraux. Lorsque les vaisseaux sont arrachés, le saignement lié à la pression artérielle sépare doucement la dure-mère de l'os, ce qui constitue un hématome extradural.

Artère alvéolaire inférieure

L'artère alvéolaire inférieure descend de l'artère maxillaire pour entrer dans le foramen et le canal mandibulaires et avec le nerf alvéolaire inférieur (fig. 8.151). Elle se distribue avec le nerf alvéolaire inférieur, irrigue toutes les dents inférieures, et contribue à la vascularisation de la gencive buccale, du menton et de la lèvre inférieure.

Avant d'entrer dans la mandibule, l'artère alvéolaire inférieure donne origine à une petite branche mylohyoïdienne, qui accompagne le nerf du mylohyoïdien.

Artères auriculaire profonde, tympanique antérieure et méningée accessoire

Les artères auriculaire profonde, tympanique antérieure et méningée accessoire sont de petites branches qui naissent de la première portion de l'artère maxillaire et contribuent respectivement à la vascularisation du méat acoustique externe, de la face profonde de la membrane tympanique, et de la dure-mère crânienne.

La branche méningée accessoire donne aussi de petites branches qui contournent les muscles de la fosse infratemporale avant de monter à travers le foramen ovale vers la cavité crânienne pour vasculariser la dure-mère.

Branches de la seconde partie

Les artères temporales profondes, habituellement au nombre de deux, naissent de la seconde partie de l'artère maxillaire et cheminent avec les nerfs temporaux profonds pour irriguer le muscle temporal dans la fosse temporale (fig. 8.151).

Plusieurs artères ptérygoïdes naissent aussi de la seconde partie de l'artère maxillaire et vascularisent les muscles ptérygoïdiens.

L'artère massétérique, qui naît également de la seconde partie de l'artère maxillaire, accompagne le nerf massétérique latéralement à travers l'incisure mandibulaire pour vasculariser le muscle masséter.

L'**artère buccale** se distribue avec le nerf buccal et vascularise la peau, le muscle et la muqueuse buccale de la joue.

Plexus ptérygoïdien

Le **plexus ptérygoïdien** est un réseau veineux situé entre les muscles ptérygoïdiens médial et latéral, et entre les muscles ptérygoïdien latéral et temporal (fig. 8.152).

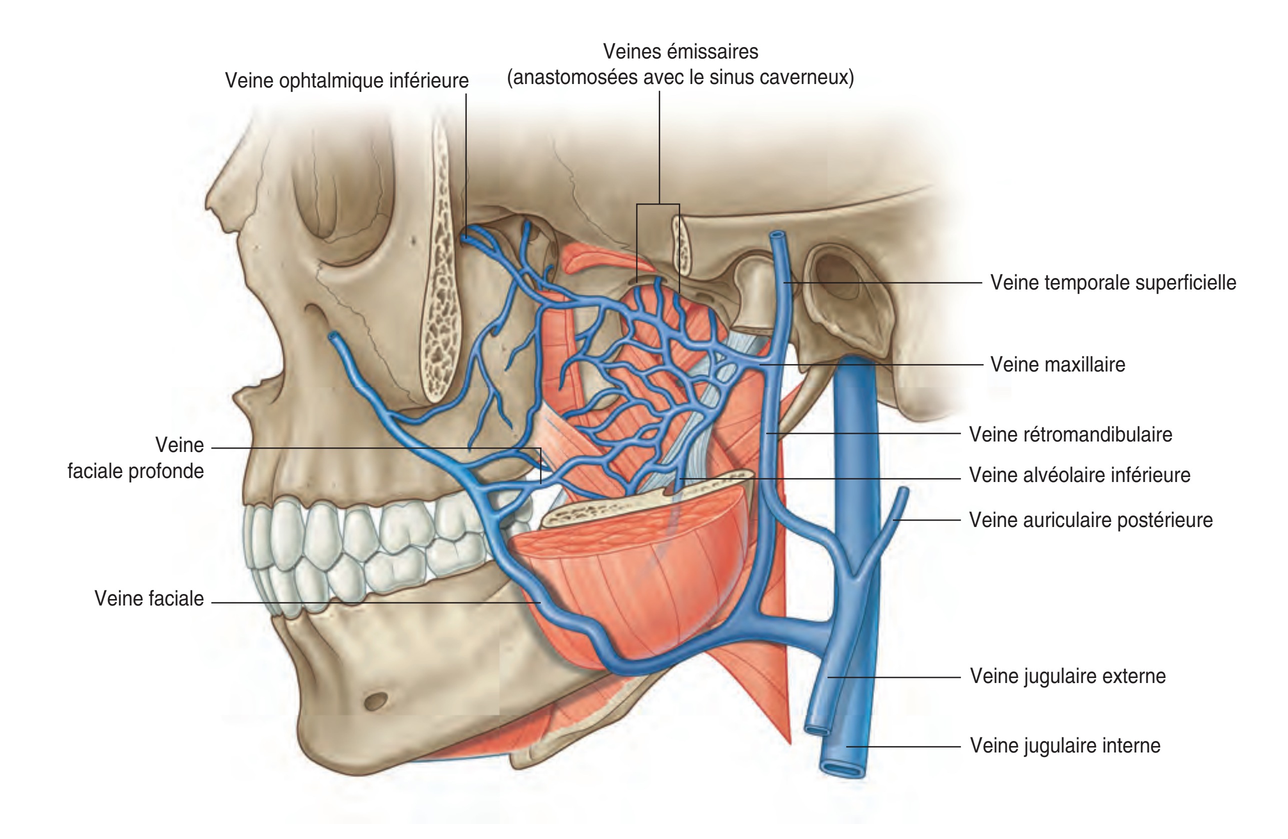


Figure 8.152 Plexus veineux ptérygoïdien.

Les veines qui drainent les régions vascularisées par les artères issues de l'artère maxillaire dans la fosse infratemporale et la fosse ptérygopalatine s'anastomosent avec le plexus ptérygoïdien. Ces veines incluent celles qui drainent la cavité nasale, le toit et la paroi latérale de la cavité orale, toutes les dents, les muscles de la fosse infratemporale, les sinus paranasaux et le nasopharynx. De plus, la veine ophtalmique inférieure draine le sang de l'orbite dans le plexus ptérygoïdien à travers la fissure orbitaire inférieure.

De manière significative, de petites veines émissaires mettent souvent en communication le plexus ptérygoïdien dans la fosse infratemporale avec le sinus caverneux dans la cavité crânienne. Ces veines émissaires, qui passent dans le foramen ovale, à travers le cartilage qui remplit le foramen lacerum, et à travers un petit foramen sphénoïde à la face médiale de la lame latérale du processus ptérygoïde à la base du crâne, constituent un moyen de propagation d'infections vers la cavité crânienne à partir de structures telles que les dents, qui sont drainées par le plexus ptérygoïdien. De plus, du fait de l'absence de valves dans les veines de la tête et du cou, un produit anesthésique injecté par inadvertance sous pression dans le plexus ptérygoïdien peut refluer vers les tissus ou dans la cavité crânienne.

Le plexus ptérygoïdien est en communication :

- en arrière, par une courte veine maxillaire, avec la veine rétromandibulaire dans le cou ;
- en avant, par une veine faciale profonde, avec la veine faciale de la face.

FOSSE PTÉRYGOPALATINE

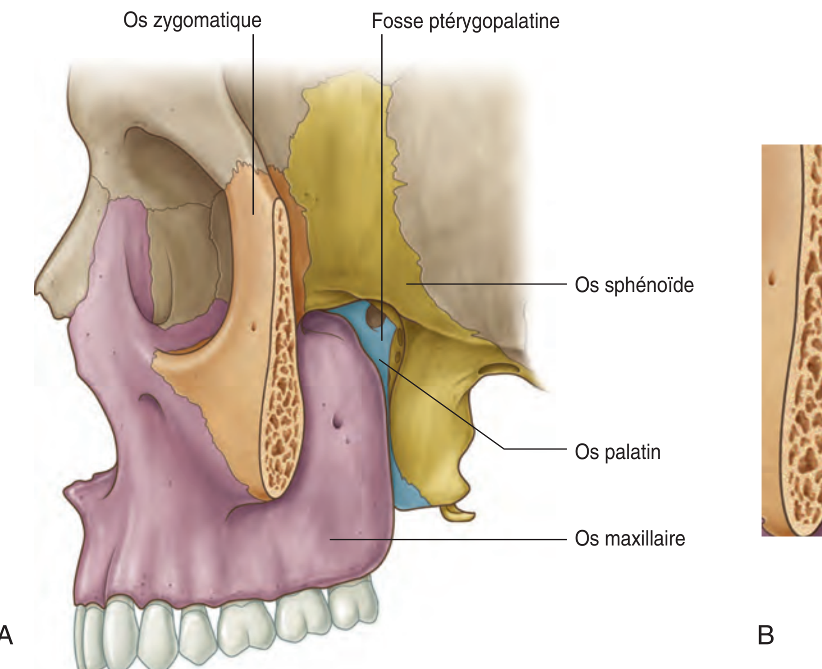
La fosse ptérygopalatine est un espace en forme de larme inversée, situé entre les os sur la face latérale du crâne juste en arrière du maxillaire (fig. 8.153).

Bien que de petite taille, la fosse ptérygopalatine communique par des fissures et des foramens dans toutes ses parois avec :

- la fosse crânienne moyenne ;
- la fosse infratemporale ;
- le plancher de l'orbite ;
- la paroi latérale de la cavité nasale ;
- l'oropharynx ;
- le toit de la cavité orale.

Du fait de cette position stratégique, la fosse ptérygopalatine est le principal site de distribution du nerf maxillaire (V_2) et de terminaison de l'artère maxillaire. Elle contient aussi le ganglion ptérygopalatin dans lequel les fibres parasympathiques préganglionnaires issues du nerf facial (VII) font synapse avec les fibres parasympathiques postganglionnaires, et ces fibres, accompagnées de fibres sympathiques issues du niveau spinal T1, rejoignent les rameaux du nerf maxillaire (V_2).

Toutes les dents supérieures reçoivent leur innervation et leur vascularisation du nerf maxillaire (V_2) ainsi que de la portion terminale de l'artère maxillaire, respectivement, qui passent par la fosse ptérygopalatine.



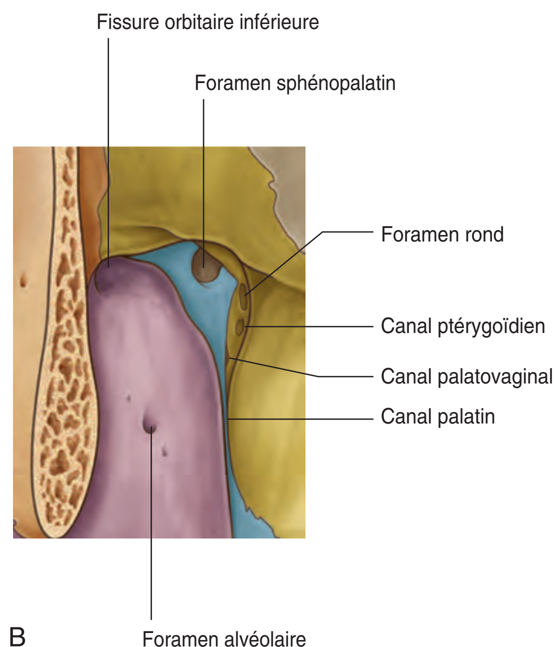


Figure 8.153 Fosse ptérygopalatine. **A**. Vue antérolatérale. **B.** Vue latérale.

Architecture squelettique

Les parois de la fosse ptérygopalatine sont formées par des parties des os palatin, maxillaire et sphénoïde (fig. 8.153) :

- la paroi antérieure est formée par la face postérieure de l'os maxillaire ;
- la paroi médiale est formée par la face latérale de l'os palatin ;
- la paroi postérieure et le toit sont formés par des parties de l'os sphénoïde.

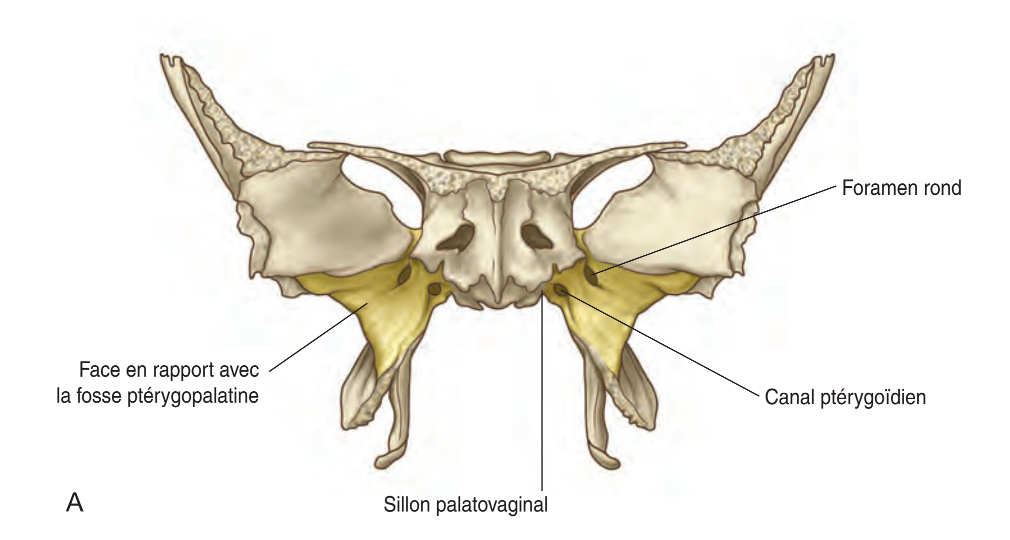
Os sphénoïde

La part de l'os sphénoïde qui contribue à la formation de la fosse ptérygopalatine est la face antérosupérieure du processus ptérygoïde (fig. 8.154). L'ouverture sur cette face comprend deux grands foramens :

- le nerf maxillaire (V_2) passe dans le plus latéral et le plus haut situé de ceux-ci – le **foramen rond** – qui communique en arrière avec la fosse crânienne moyenne (fig. 8.154B) ;
- le nerf grand pétreux, du nerf facial (VII), et les fibres sympathiques du plexus carotidien interne s'unissent pour former le nerf du canal ptérygoïdien qui passe en avant dans la fosse ptérygopalatine à travers le foramen le plus médial et inférieur – l'**ouverture du canal ptérygoïdien**.

Canal ptérygoïdien

Le canal ptérygoïdien (fig. 8.154A) est un canal osseux creusé horizontalement dans la racine du processus ptérygoïde de l'os sphénoïde. Il s'ouvre en avant dans la fosse ptérygopalatine. Il se poursuit en arrière dans le cartilage qui remplit le foramen cæcum et s'ouvre dans la fosse crânienne moyenne juste en



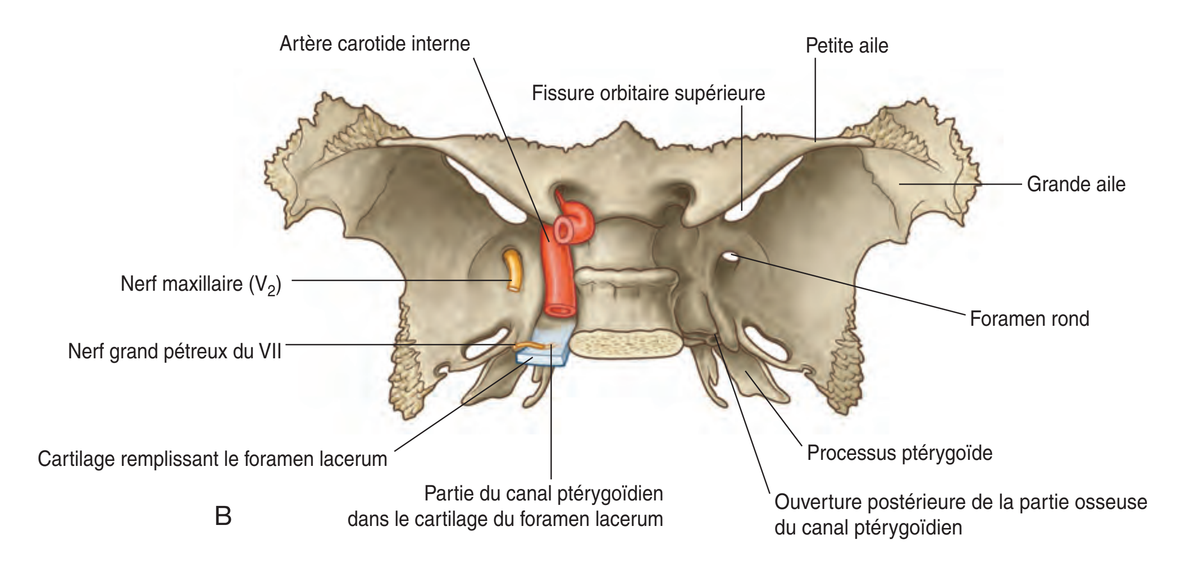


Figure 8.154 Os sphénoïde. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérosupérieure.

avant et en bas du point d'entrée de l'artère carotide interne dans le crâne à travers le canal carotidien (fig. 8.154B).

Ouvertures

Sept foramens et fissures constituent des ouvertures à travers lesquelles différentes structures entrent dans la fosse ptérygopalatine et en sortent (fig. 8.155) :

- le foramen rond et le canal ptérygoïdien communiquent avec la fosse crânienne moyenne et s'ouvrent sur la paroi postérieure ;
- le petit **canal palatovaginal** s'ouvre sur la face postérieure et s'étend vers le nasopharynx ;
- le canal palatin se dirige vers la cavité orale (palais dur) et s'ouvre vers le bas ;
- le foramen sphénopalatin s'ouvre sur la paroi latérale de la cavité nasale et se situe dans la paroi médiale ;
- la face latérale de la fosse ptérygopalatine est en continuité avec la fosse infratemporale par un grand orifice (la **fissure ptérygomaxillaire**) entre la face postérieure du maxillaire et le processus ptérygoïde de l'os sphénoïde ;
- la partie supérieure de la paroi antérieure de la fosse s'ouvre sur le plancher de l'orbite par la fissure orbitaire inférieure.

Contenu

Le nerf maxillaire (V_2) et la partie terminale de l'artère maxillaire entrent et se divisent dans la fosse ptérygopalatine. De plus, le nerf du canal ptérygoïdien pénètre dans la fosse en transportant :

- les fibres parasympathiques préganglionnaires du nerf grand pétreux, rameau du nerf facial (VII) ;
- les fibres sympathiques postganglionnaires du rameau pétreux profond du plexus carotidien.

Les fibres parasympathiques préganglionnaires font relais synaptique dans le ganglion ptérygopalatin avec les rameaux du nerf maxillaire (V_2), et l'ensemble des fibres postganglionnaires sympathiques et parasympathiques sortent hors de la fosse avec les rameaux du nerf maxillaire (V_2) vers les régions adjacentes.

Avec ces nerfs et artères, des veines et des lymphatiques passent aussi dans la fosse ptérygopalatine.

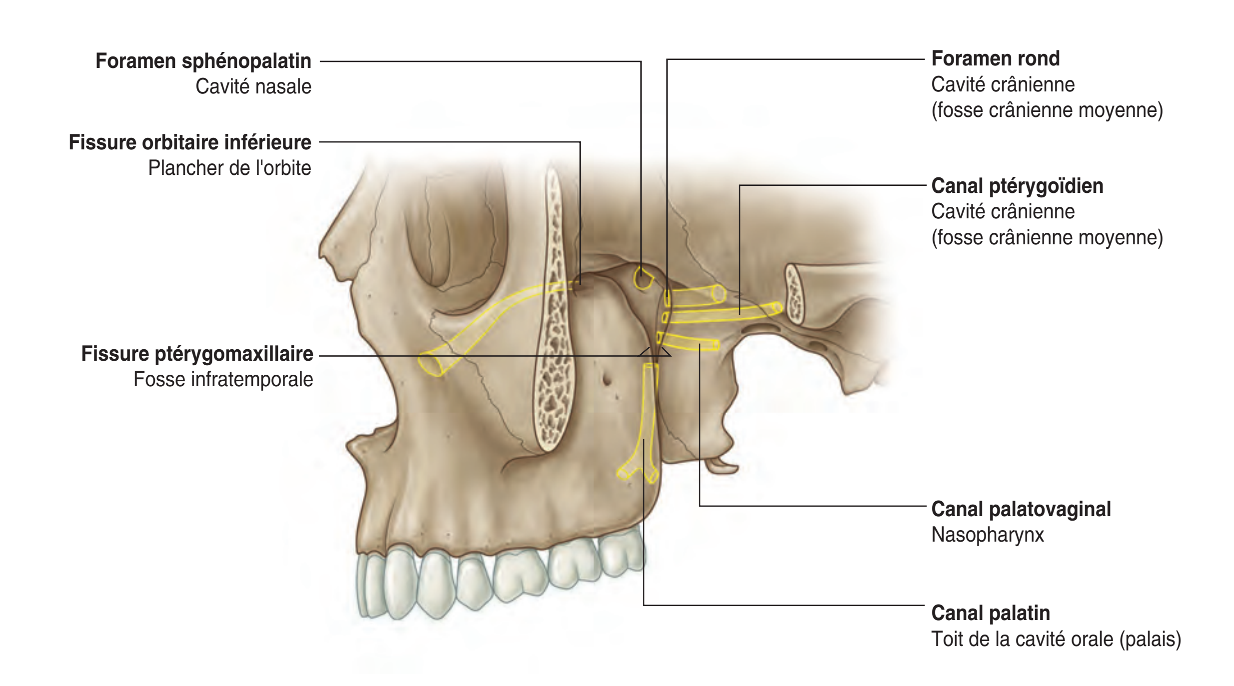


Figure 8.155 Points d'entrée dans la fosse ptérygopalatine.



Nerf maxillaire (V_2)

Le nerf maxillaire (V_2) est purement sensitif. Il naît du ganglion trigéminal dans la cavité crânienne, sort de la fosse crânienne moyenne, et entre dans la fosse ptérygopalatine par le foramen rond (fig. 8.156). Il se dirige en avant à travers la fosse et sort comme le nerf infraorbitaire à travers la fissure orbitaire inférieure.

Au cours de son trajet dans la fosse ptérygopalatine, le nerf maxillaire (V_2) donne naissance au nerf zygomatique, au nerf alvéolaire supérieur et postérieur et à deux rameaux ganglionnaires (fig. 8.156). Les deux rameaux ganglionnaires naissent de la face inférieure et cheminent à travers le ganglion ptérygopalatin.

Les fibres parasympathiques postganglionnaires, qui proviennent du ganglion ptérygopalatin, s'unissent aux rameaux sensitifs non spécifiques du nerf maxillaire (V_2) dans le ganglion ptérygopalatin, ainsi que les fibres parasympathiques postganglionnaires du plexus carotidien. Les trois types de fibres quittent le ganglion par les rameaux orbitaire, palatin, nasal et pharyngien.

Rameaux

Rameaux orbitaires. Les **rameaux orbitaires** sont petits et passent dans la fissure orbitaire inférieure pour participer à l'innervation de la paroi orbitaire et des sinus sphénoïdal et ethmoïdal.

Nerfs grand et petit palatins. Les **nerfs grand** et **petit palatins** (fig. 8.156) cheminent vers le bas à partir du ganglion ptérygopalatin, entrent dans le canal palatin et le suivent, puis pénètrent dans la face orale du palais à travers les foramens grand et petit palatins.

Le nerf grand palatin se dirige en avant sur le toit de la cavité orale pour innerver la muqueuse et les glandes du palais dur et la gencive adjacente, le plus souvent jusqu'aux incisives en avant.

Dans le canal palatin, le nerf grand palatin donne origine aux **nerfs nasaux inférieurs et postérieurs**, qui passent en dedans à travers de petits foramens dans la lame perpendiculaire de l'os palatin et contribuent à l'innervation de la paroi nasale latérale.

Après son passage dans le foramen petit palatin, le nerf petit palatin se dirige en arrière et innerve le palais mou.

Nerfs nasaux supérieurs. Les nerfs nasaux supérieurs (fig. 8.156), approximativement au nombre de sept, se dirigent en dedans à travers le foramen sphénopalatin pour entrer dans la cavité nasale. La plupart passent en avant pour innerver la paroi latérale de la cavité nasale, et les autres traversent le toit pour innerver la paroi médiale.

L'un des nerfs qui traversent le toit pour innerver la paroi médiale de la cavité nasale (le **nerf nasopalatin**) est le plus grand des nerfs nasaux, et se dirige en avant et en bas dans le septum nasal, à travers le canal incisif et la fosse incisive

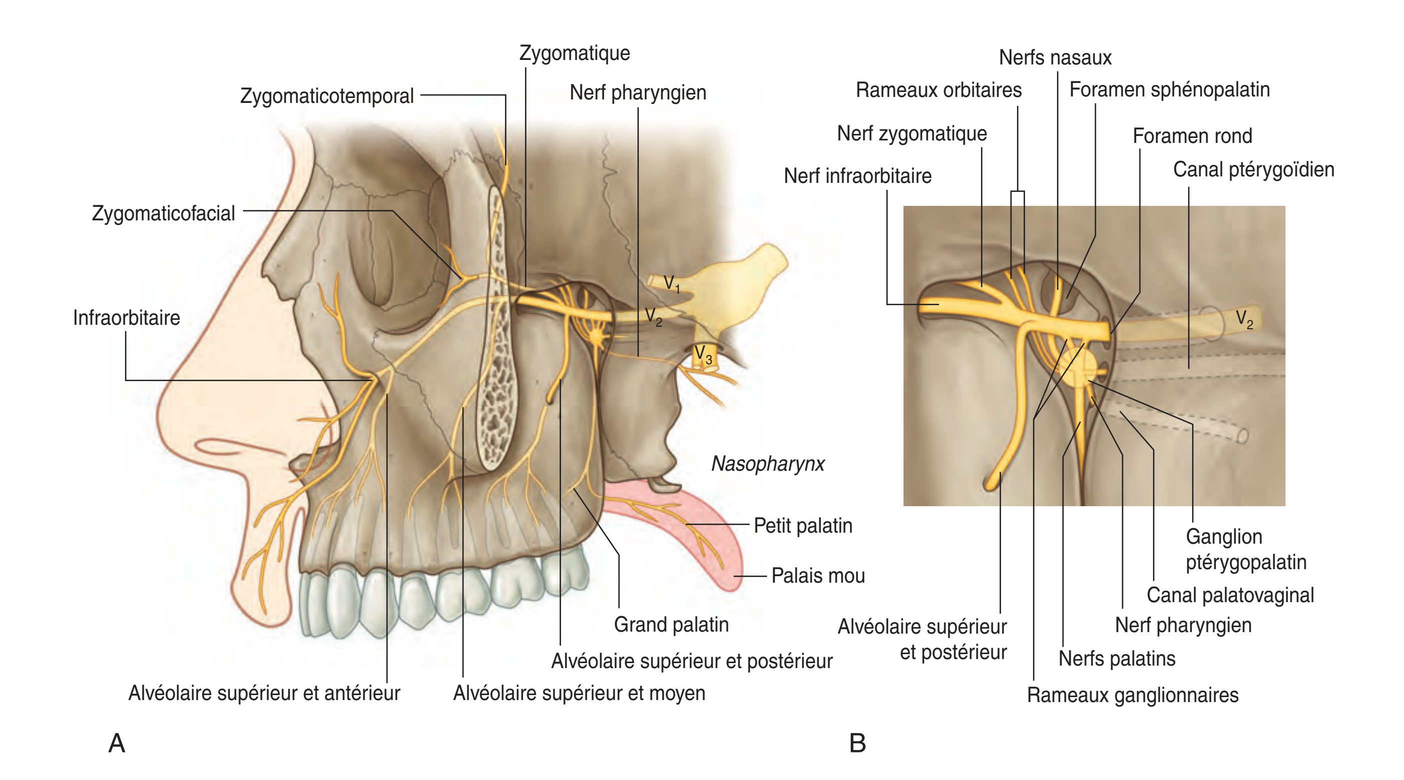


Figure 8.156 Nerf maxillaire (V_2). **A.** Rameaux terminaux. **B.** Rapports avec le ganglion ptérygopalatin.

du palais osseux pour entrer dans le toit de la cavité orale et innerver la muqueuse, la gencive et les glandes adjacentes aux incisives.

Nerf pharyngien. Le **nerf pharyngien** (fig. 8.156) se dirige en arrière à partir du ganglion ptérygopalatin, et quitte la fosse par le canal palatovaginal, dont il sort pour innerver la muqueuse et les glandes du nasopharynx.

Nerf zygomatique. Le **nerf zygomatique** (fig. 8.156) naît directement du nerf maxillaire (V_2) dans la fosse ptérygopalatine, qu'il quitte pour entrer dans l'orbite par la fissure orbitaire inférieure. Il se dirige en avant sur la paroi orbitaire latérale et se divise en rameaux zygomaticotemporal et zygomaticofacial :

- le **rameau zygomaticotemporal** continue vers l'avant à la base de la paroi orbitaire latérale, passe à travers un petit canal osseux dans l'os zygomatique pour entrer dans la fosse temporale par un petit foramen dans le rebord orbitaire latéral à la face postérieure du processus frontal de l'os zygomatique, et devient superficiel pour innerver la peau au-dessus de la tempe ;
- le **rameau zygomaticofacial** passe aussi en avant à la base de la paroi orbitaire latérale, chemine dans un petit canal osseux, dans le rebord antérieur, qui s'ouvre par de multiples petits foramens sur la face antérieure de l'os zygomatique, et ses rameaux innervent la peau adjacente.

Nerf alvéolaire supérieur et postérieur. Le **nerf alvéolaire supérieur et postérieur** (fig. 8.156) naît du nerf maxillaire (V_2) dans la fosse ptérygopalatine et se dirige latéralement en dehors de la fosse à travers la fissure ptérygomaxillaire pour entrer dans la fosse infratemporale. Il poursuit son trajet latéralement et en bas pour entrer dans la face postérieure du maxillaire à travers un petit foramen alvéolaire, approximativement à mi-distance entre la dernière molaire et la fissure orbitaire inférieure. Il se dirige alors en bas juste sous la muqueuse du sinus maxillaire pour rejoindre le **plexus dentaire supérieur**.

Le nerf alvéolaire supérieur et postérieur innerve les dernières molaires et la gencive buccale adjacente, et participe à l'innervation du sinus maxillaire.

Nerf infraorbitaire. Le nerf infraorbitaire (fig. 8.156) est le rameau terminal antérieur du nerf maxillaire (V_2) qui quitte la fosse ptérygopalatine à travers la fissure orbitaire inférieure. Il chemine tout d'abord dans le sillon infraorbitaire du plancher de l'orbite et continue ensuite en avant dans le canal infraorbitaire.

Au cours de son trajet dans le sillon et le canal infraorbitaires, le nerf infraorbitaire donne origine aux **nerfs alvéolaires supérieurs moyen** et **antérieur**, qui vont rejoindre le **plexus alvéolaire supérieur** pour innerver les dents supérieures :

- le nerf alvéolaire supérieur moyen innerve aussi le sinus maxillaire ;
- le nerf alvéolaire supérieur antérieur donne aussi naissance à un petit rameau nasal, qui passe en dedans à travers la paroi latérale de la cavité nasale pour innerver certaines parties du plancher et des parois des fosses nasales.

Le nerf infraorbitaire quitte le canal infraorbitaire à travers le foramen infraorbitaire inférieur sous le rebord orbitaire inférieur et se divise en rameaux nasaux, palpébraux et labiaux supérieurs :

- les rameaux nasaux innervent la peau de la face latérale du nez et une partie du septum nasal ;
- les rameaux palpébraux innervent la peau de la paupière inférieure ;
- les rameaux labiaux supérieurs innervent la peau de la joue dans sa partie supérieure et la lèvre supérieure, ainsi que la muqueuse buccale correspondante.



Nerf du canal ptérygoïdien et ganglion ptérygopalatin

Le nerf du canal ptérygoïdien (fig. 8.157) est formé dans la fosse crânienne moyenne par la réunion :

- du nerf grand pétreux (un rameau du nerf facial [VII]) ;
- et du nerf pétreux profond (un rameau du plexus carotidien interne).

Le nerf du canal ptérygoïdien chemine dans la fosse ptérygopalatine, rejoint le ganglion ptérygopalatin, et transporte principalement des fibres parasympathiques préganglionnaires et des fibres sympathiques postganglionnaires.

Nerf grand pétreux

Le nerf grand pétreux, qui naît du ganglion géniculé du nerf facial (VII) dans l'os temporal, quitte l'os temporal à travers un petit canal qui s'ouvre par une fissure à la face antérieure de la portion pétreuse de l'os temporal. Il se dirige en avant le long du bord postérieur de la fosse crânienne moyenne puis passe sous l'artère carotide interne pour atteindre la face supérieure du cartilage qui remplit le foramen lacerum.

En passant sous l'artère carotide interne, le nerf grand pétreux est rejoint par le nerf pétreux profond pour former le nerf du canal ptérygoïdien.

Le nerf grand pétreux transporte l'innervation parasympathique de toutes les glandes situées sous le niveau de la fente orale :

- les glandes muqueuses dans la cavité nasale ;
- les glandes salivaires dans la moitié supérieure de la cavité orale ;
- la glande lacrymale dans l'orbite.

Le nerf grand pétreux transporte aussi certaines fibres du goût (AS) du palais mou dans le nerf petit palatin.

Nerf pétreux profond

Le **nerf pétreux profond** est formé par des fibres sympathiques postganglionnaires qui naissent du **ganglion sympathique cervical supérieur** dans le cou et quittent le ganglion sous la forme du **nerf carotidien interne**.

Les fibres préganglionnaires qui font synapse dans le ganglion proviennent du nerf spinal T1.

Le nerf carotidien interne forme le plexus carotidien interne autour de l'artère carotide interne, lorsque celle-ci passe à travers la base du crâne et entre dans la cavité crânienne. Certaines fibres du plexus carotidien interne convergent pour former le nerf pétreux profond, qui quitte le plexus carotidien interne dans la fosse crânienne moyenne et rejoint le rameau grand pétreux du nerf facial (VII).

Le nerf pétreux profond transporte des fibres sympathiques postganglionnaires essentiellement destinées aux vaisseaux sanguins.

Ganglion ptérygopalatin

Le nerf du canal ptérygoïdien entre dans la face supérieure du cartilage qui remplit le foramen lacerum et se dirige en avant dans le cartilage pour pénétrer dans le canal ptérygoïdien dans

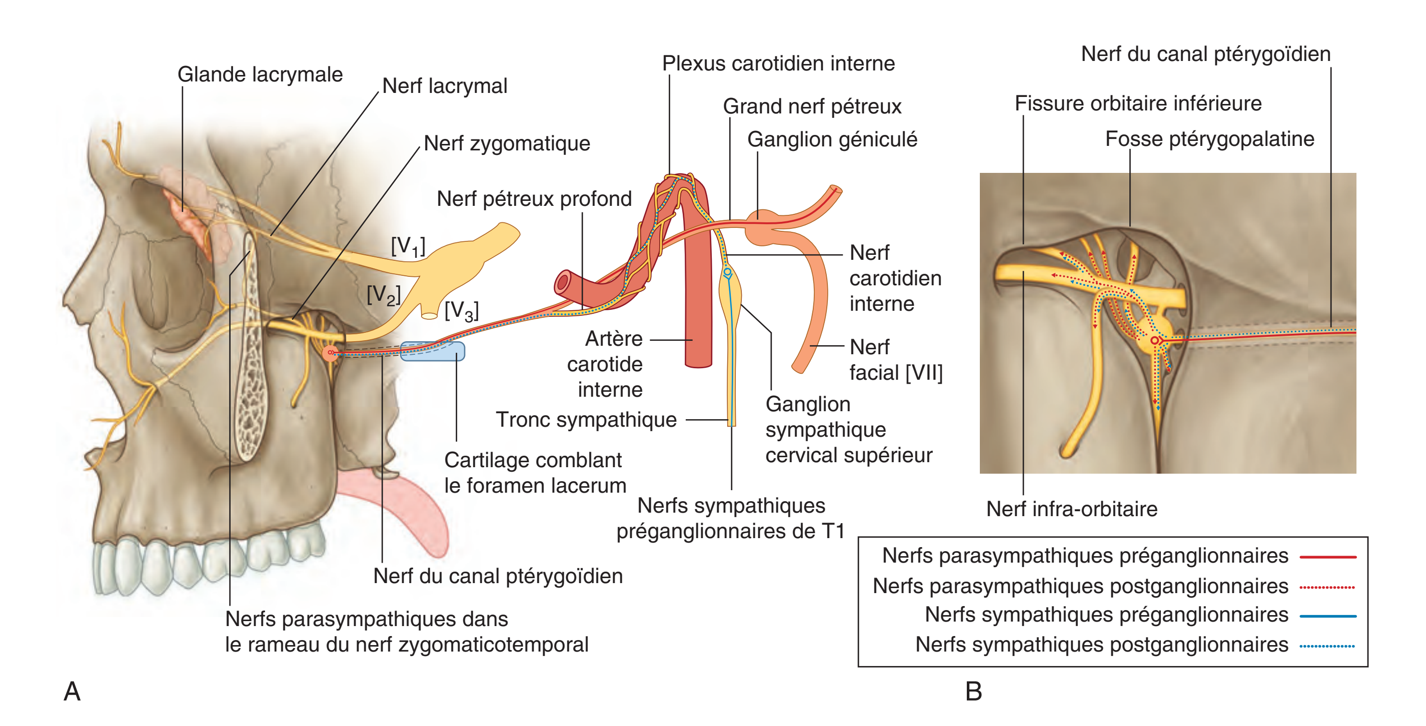


Figure 8.157 Nerf du canal ptérygoïdien. **A.** Vue globale. **B.** Rapports avec le ganglion ptérygopalatin.

la racine du processus ptérygoïde de l'os sphénoïde. Il passe dans le canal et dans la fosse ptérygopalatine, où il rejoint le ganglion ptérygopalatin formé autour des rameaux du nerf maxillaire (V_2) (fig. 8.157).

Le **ganglion ptérygopalatin** est le plus grand des quatre ganglions parasympathiques de la tête, et il est formé par les corps cellulaires des neurones postganglionnaires associés aux fibres parasympathiques préganglionnaires du nerf facial (VII) transportées par le nerf grand pétreux et le nerf du canal ptérygoïdien.

Les fibres parasympathiques postganglionnaires qui naissent du ganglion ptérygopalatin, groupées avec des fibres sympathiques postganglionnaires, rejoignent les fibres des rameaux ganglionnaires du nerf maxillaire (V_2) pour former les rameaux orbitaire, palatin, nasal et pharyngien, qui émergent du ganglion.

D'autres fibres parasympathiques et sympathiques postganglionnaires se dirigent en haut entre les rameaux ganglionnaires du nerf maxillaire (V_2) pour entrer dans le tronc principal du nerf maxillaire et se diviser en nerfs zygomatique, alvéolaire supérieur et postérieur, et infraorbitaire. Parmi ces fibres, les fibres postganglionnaires parasympathiques et sympathiques qui passent dans l'orbite avec le nerf zygomatique sont particulièrement importantes parce qu'elles vont finalement innerver la glande lacrymale.

Innervation de la glande lacrymale

Approximativement à mi-distance le long de la paroi orbitaire, les fibres postganglionnaires parasympathiques et sympathiques quittent le nerf zygomatique et forment un nerf autonome spécial, qui monte le long de la paroi latérale de l'orbite pour rejoindre le nerf lacrymal (fig. 8.157 ; voir aussi fig. 8.87).

Le nerf lacrymal est un rameau sensitif non spécifique du nerf ophtalmique (V_1) qui passe en avant vers l'angle du rebord orbitaire entre la paroi latérale et le toit.

Les fibres postganglionnaires parasympathiques et sympathiques accompagnent le nerf lacrymal jusqu'à la glande lacrymale.

Une lésion située le long du trajet des fibres parasympathiques qui émergent du cerveau avec le nerf facial (VII) et sont ensuite transportées vers la glande lacrymale le long des rameaux du nerf ophtalmique (V_1) entraîne une sécheresse oculaire et peut finalement conduire à une perte de la vision de l'œil concerné.

Artère maxillaire

L'artère maxillaire est une branche importante de l'artère carotide externe dans le cou. Elle naît au contact du col de la mandibule, passe en avant dans la fosse infratemporale, puis entre dans la fosse ptérygopalatine par la fissure ptérygopalatine (fig. 8.158).

La partie de l'artère maxillaire située dans la fosse ptérygopalatine (troisième partie) est en avant du ganglion ptérygopalatin et donne origine aux branches qui accompagnent les rameaux du nerf maxillaire (V_2) et le ganglion ptérygopalatin.

Les branches de l'artère maxillaire comprennent les artères alvéolaire supérieure et postérieure, infraorbitaire, grande palatine, pharyngienne, sphénopalatine et l'artère du canal ptérygoïdien (fig. 8.158). Ensemble, ces branches vascularisent l'essentiel de la cavité nasale, le toit de la cavité orale et toutes les dents supérieures. De plus, elles contribuent à la vascularisation des sinus, de l'oropharynx et du plancher de l'orbite.

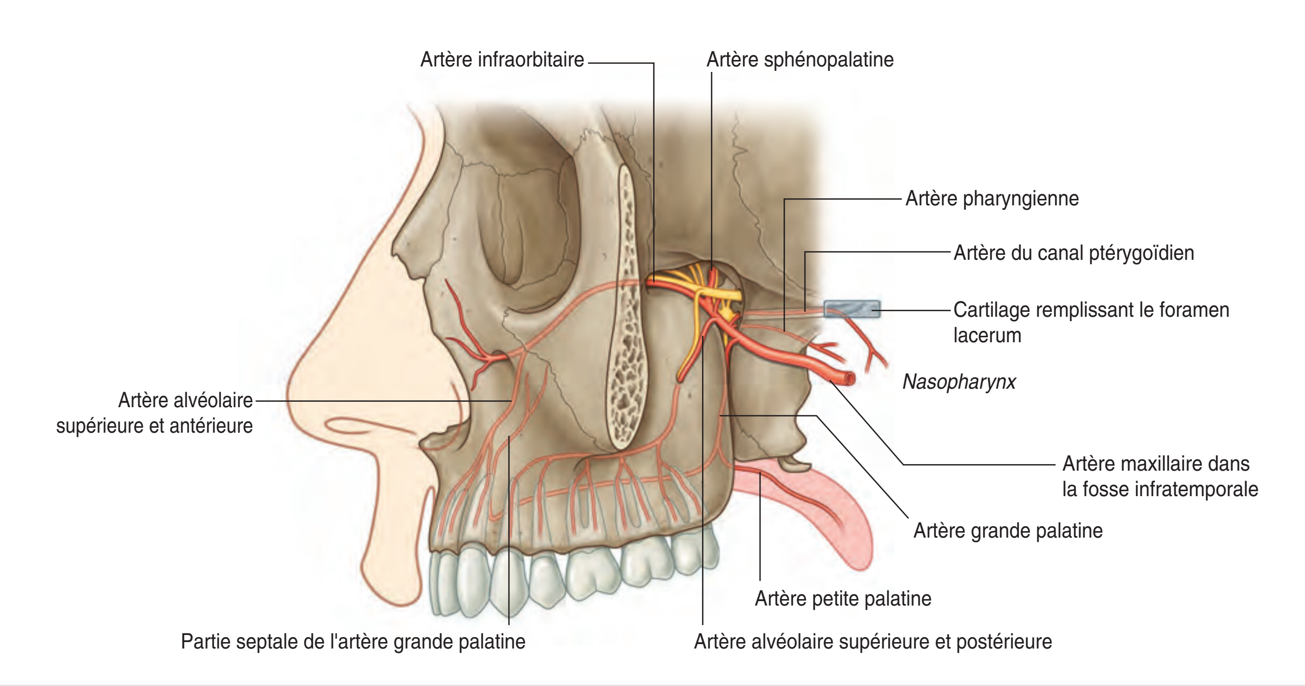


Figure 8.158 Artère maxillaire dans la fosse ptérygopalatine.



Branches

Artère alvéolaire supérieure et postérieure. L'**artère alvéolaire supérieure et postérieure** (fig. 8.158) naît de l'artère maxillaire lors du passage de celle-ci dans la fissure ptérygomaxillaire. Elle accompagne le nerf alvéolaire supérieur et postérieur à travers le foramen alvéolaire de la face infratemporale du maxillaire, et vascularise les molaires et prémolaires, la gencive adjacente et le sinus maxillaire.

Artère infraorbitaire. L'artère infraorbitaire (fig. 8.158) se dirige en avant avec le nerf infraorbitaire et quitte la fosse ptérygopalatine par la fissure orbitaire inférieure. Avec le nerf infraorbitaire, elle chemine dans le sillon infraorbitaire et le canal infraorbitaire, et émerge par le foramen infraorbitaire pour vasculariser certaines parties de la face.

Au cours de son trajet dans le canal infraorbitaire, l'artère infraorbitaire donne origine :

- à des branches qui participent à la vascularisation de structures situées au contact du plancher de l'orbite – les muscles droit inférieur et oblique inférieur, et le sac lacrymal ;
- aux **artères alvéolaires supérieures et antérieures** (fig. 8.158), qui irriguent les incisives et les canines ainsi que le sinus maxillaire.

Artère grande palatine. L'**artère grande palatine** (fig. 8.158) se dirige en bas avec les nerfs palatins dans le canal palatin. Elle donne origine à une **branchepetite palatine**, (fig. 8.158) qui traverse le foramen petit palatin pour vasculariser le palais mou, et continue ensuite à travers le foramen grand palatin pour vasculariser le palais dur. Le dernier vaisseau se dirige en avant à la face du palais pour entrer dans la fosse incisive, et chemine vers le haut dans le canal incisif pour vasculariser la partie antérieure de la cloison septale de la cavité nasale.

Branche pharyngienne. La **branche pharyngienne** (fig. 8.158) de l'artère maxillaire se dirige en arrière et quitte la fosse ptérygopalatine par le canal palatovaginal avec le nerf pharyngien. Elle vascularise la partie postérieure du toit de la cavité nasale, le sinus sphénoïdal et la trompe auditive.

Artère sphénopalatine. L'**artère sphénopalatine** (fig. 8.158) est la branche terminale de l'artère maxillaire. Elle quitte la fosse ptérygopalatine en dedans par le foramen sphénopalatin et accompagne les nerfs nasaux, en donnant :

- les artères nasales postérieures et latérales, qui irriguent la paroi latérale de la cavité nasale et participent à la vascularisation des sinus paranasaux ;
- les branches septales postérieures, qui cheminent en dedans en croisant le toit pour vasculariser le septum nasal – la plus grande de ces branches passe en avant vers la partie inférieure du septum pour s'anastomoser avec la terminaison de l'artère grande palatine.

Artère du canal ptérygoïdien. L'**artère du canal ptérygoïdien** se dirige en arrière dans le canal ptérygoïdien. Elle vascularise les tissus voisins et se termine dans la muqueuse du nasopharynx, après avoir traversé en bas le cartilage qui comble le foramen lacerum.

Veines

Les veines qui drainent les zones vascularisées par les branches de la portion terminale de l'artère maxillaire accompagnent en règle ces branches en retour dans la fosse ptérygopalatine.

Les veines se regroupent dans la fosse ptérygopalatine, et passent latéralement dans la fissure ptérygopalatine pour s'unir au plexus veineux ptérygoïdien dans la fosse infratemporale (fig. 8.159).

La veine infraorbitaire, qui draine la partie inférieure de l'orbite, peut passer directement dans la fosse infratemporale à travers la partie latérale de la fissure orbitaire inférieure, en shuntant ainsi la fosse ptérygopalatine.

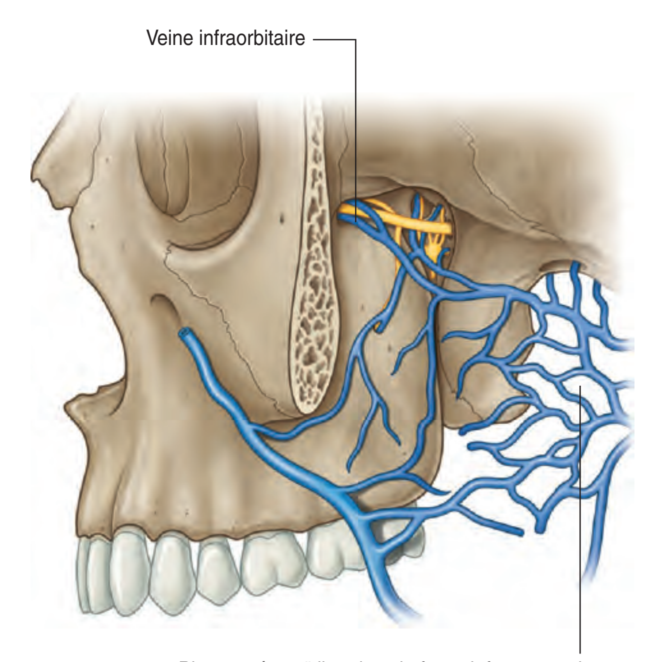


Figure 8.159 Veines de la fosse ptérygopalatine.

COU

Le cou est un tube qui assure la continuité entre la tête et le thorax. Il s'étend en avant entre le bord inférieur de la mandibule et le bord supérieur du manubrium sternal, et en arrière entre la ligne nuchale supérieure à la face exocrânienne de l'os occipital et le disque intervertébral situé entre CVII et TI. Dans ce tube, quatre compartiments créent une organisation longitudinale (fig. 8.160) :

- le compartiment viscéral est antérieur et contient des éléments de l'appareil digestif, de l'appareil respiratoire et plusieurs glandes endocrines ;
- le compartiment vertébral est postérieur et contient les vertèbres cervicales, la moelle spinale, les nerfs spinaux, et les muscles associés à la colonne vertébrale ;
- les deux compartiments vasculaires, un de chaque côté, sont latéraux et contiennent les principaux vaisseaux sanguins et le nerf vague (X).

Tous ces compartiments sont contenus dans des lames du fascia cervical.

Pour la description, le cou est divisé en triangle antérieur et triangle postérieur (fig. 8.161) :

- les limites du **triangle antérieur** sont le bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien, le bord inférieur de la mandibule et la ligne médiane du cou ;
- les limites du **triangle postérieur** sont le bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien, le bord antérieur du muscle trapèze et le tiers moyen de la clavicule.

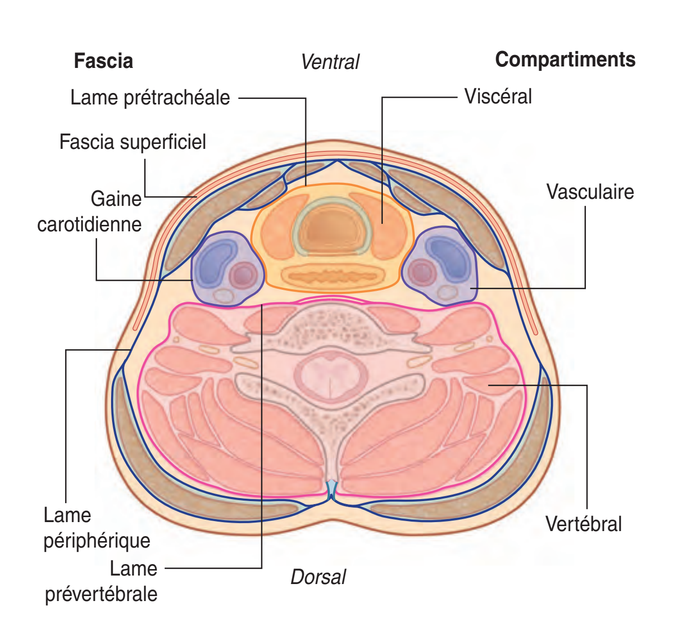


Figure 8.160 Compartiments du cou.

Fascia

Le fascia du cou a plusieurs caractères propres.

Le **fascia cervical superficiel** (ou système musculoaponévrotique superficiel, SMAS) du cou contient une fine lame musculaire (le **platysma**), qui débute en continuité avec le fascia superficiel du thorax, se dirige vers le haut pour s'attacher à la mandibule, et se mélange avec les muscles de la face ; il est innervé par le rameau cervical du nerf facial (VII), et n'est présent qu'à ce niveau.

En profondeur par rapport au fascia superficiel, le **fascia cervical profond** est organisé en plusieurs lames distinctes (fig. 8.160). Ce sont :

- une lame périphérique, qui entoure toutes les structures du cou ;
- une lame prévertébrale, qui entoure la colonne vertébrale et les muscles profonds associés au dos ;
- la lame prétrachéale, qui enveloppe les viscères du cou ;
- les gaines carotidiennes, qui reçoivent une contribution des trois autres lames fasciales et entourent les deux principaux pédicules vasculonerveux de chaque côté du cou.

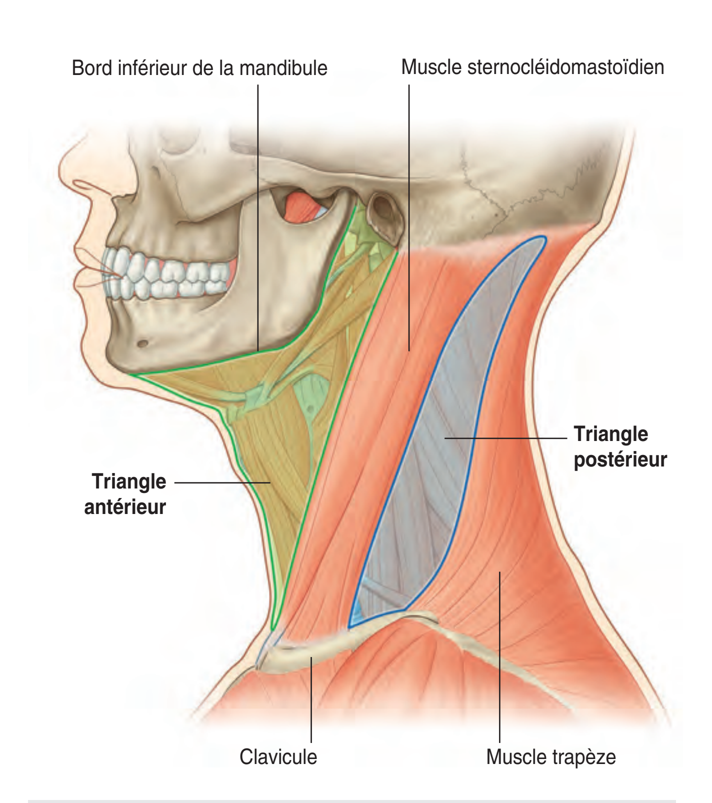


Figure 8.161 Triangles antérieur et postérieur du cou.



Lame périphérique

La **lame périphérique** entoure complètement le cou et englobe les muscles trapèze et sternocléidomastoïdien (fig. 8.162).

Attachée en arrière au ligament nuchal et au processus épineux de la vertèbre CVII, cette lame fasciale se dédouble en se dirigeant en avant pour entourer le muscle trapèze, se réunit ensuite en une lame unique qui forme le toit du triangle postérieur, se dédouble à nouveau pour entourer le muscle sternocléidomastoïdien, et se réunit encore pour s'unir à son homologue venue du côté opposé.

En avant, le fascia périphérique entoure les muscles infrahyoïdiens.

Le fascia périphérique est attaché :

- en haut, à la protubérance occipitale externe et à la ligne nuchale supérieure ;
- latéralement, à la partie mastoïdienne et à l'arcade zygomatique ;
- en bas, à l'épine de la scapula, à l'acromion, à la clavicule et au manubrium sternal.

Les veines jugulaires externes et antérieures, et les nerfs petit occipital, grand auriculaire, cervical transverse et supraclaviculaire, qui sont tous des rameaux issus du plexus cervical, traversent le fascia périphérique.

Lame prévertébrale

La lame prévertébrale est une lame cylindrique du fascia qui entoure la colonne vertébrale et les muscles qui lui sont associés (fig. 8.162). Les muscles de ce groupe sont les muscles prévertébraux, les muscles scalènes antérieur, moyen et postérieur, et les muscles profonds de la partie postérieure du dos.

Le fascia prévertébral est attaché en arrière le long du ligament nuchal, et forme en haut une ligne circulaire continue insérée à la base du crâne. Ce cercle :

- commence en avant avec l'insertion sur la partie basilaire de l'os occipital, la zone du foramen jugulaire et le canal carotidien ;
- continue latéralement, en s'insérant sur la ligne nuchale supérieure ;
- se poursuit en arrière le long de la ligne nuchale supérieure et se termine sur la protubérance occipitale externe, où il s'associe à son homologue controlatéral.

En avant, le fascia prévertébral est attaché à la face antérieure des processus transverses et au corps des vertèbres CI à CVII.

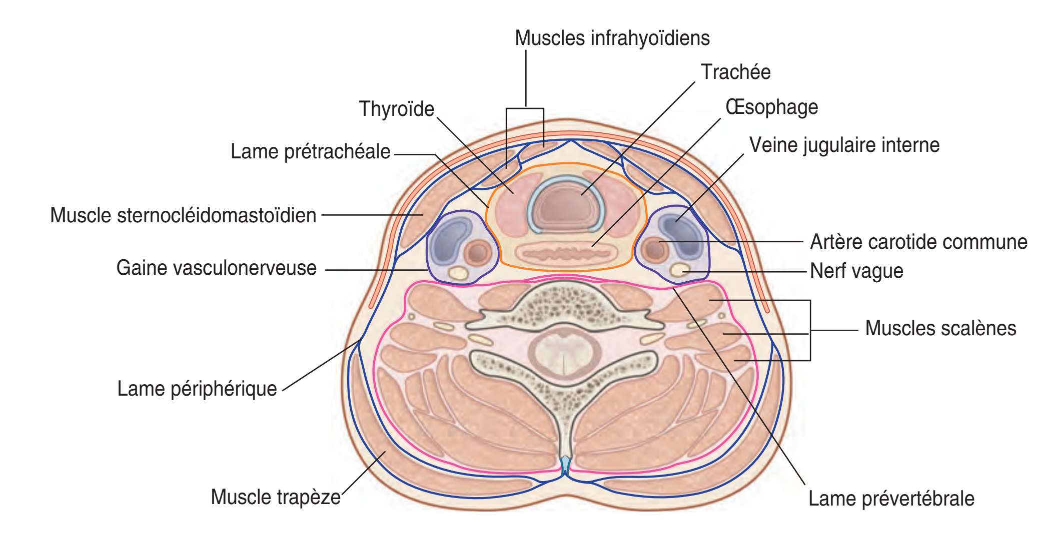


Figure 8.162 Fascia du cou, coupe transversale.

Le fascia prévertébral tendu entre les points d'insertion sur les processus transverses est bien individualisé. À ce niveau, il se divise en deux feuillets, créant un espace fascial longitudinal qui contient du tissu conjonctif qui s'étend de la base du crâne jusqu'au thorax (fig. 8.162 et fig. 8.163).

Ce fascia prévertébral présente de plus une spécificité dans la région inférieure du cou. Le fascia prévertébral est en position antérolatérale et se poursuit au-delà des muscles scalènes antérieur et moyen pour entourer le plexus brachial et l'artère subclavière qui se dirigent vers la fosse axillaire. Cette extension fasciale est la **gaine axillaire**.

Lame prétrachéale

La **lame prétrachéale** est formée par l'association de fascias qui entourent la trachée, l'œsophage et la glande thyroïde (fig. 8.162). En avant, elle est constituée par le fascia prétrachéal qui traverse le cou, des muscles infrahyoïdiens qu'elle englobe, et recouvre la trachée et la glande thyroïde. Le fascia prétrachéal débute en haut sur l'os hyoïde et se termine en bas dans la partie supérieure de la cavité thoracique. Latéralement, ce fascia englobe la glande thyroïde et plus en arrière, il est en continuité avec le fascia qui entoure l'œsophage.

En arrière du pharynx, la lame prétrachéale est considérée comme le fascia buccopharyngé, et sépare le pharynx et de la lame prévertébrale (fig. 8.163).

Le fascia buccopharyngé débute en haut à la base du crâne et se confond avec le fascia qui recouvre l'œsophage et se poursuit ensuite en bas dans la cavité thoracique.

Gaine carotidienne

Chaque **gaine carotidienne** est une colonne de fascia qui entoure l'artère carotide commune, l'artère carotide interne, la veine jugulaire interne et le nerf vague, dans leur passage à travers le cou (fig. 8.162).

Elle reçoit des contributions des lames superficielle, prévertébrale et prétrachéale, dont l'importance est variable.

Compartiments fasciaux

Les arrangements réciproques des différentes lames du fascia cervical organisent le cou en quatre compartiments longitudinaux (fig. 8.160) :

- le premier compartiment est le plus grand; il contient les trois autres et est constitué par la zone entourée par la lame périphérique;
- le deuxième compartiment est formé par la colonne vertébrale, les muscles profonds qui lui sont associés. Cette zone est contenue dans la lame périphérique;
- le troisième compartiment (compartiment viscéral) contient la trachée, l'œsophage et la glande thyroïde, qui sont entourés par la lame prétrachéale;
- enfin, un compartiment (la gaine vasculaire carotidienne) contient les structures vasculonerveuses qui vont de la base du crâne à la cavité thoracique. La gaine reçoit des expansions venues des autres fascias cervicaux.

Espaces fasciaux

Entre les lames fasciales du cou sont délimités des espaces qui peuvent constituer une voie d'extension d'infections du cou vers le médiastin.

Trois espaces peuvent être concernés dans ce processus de dissémination (fig. 8.163).

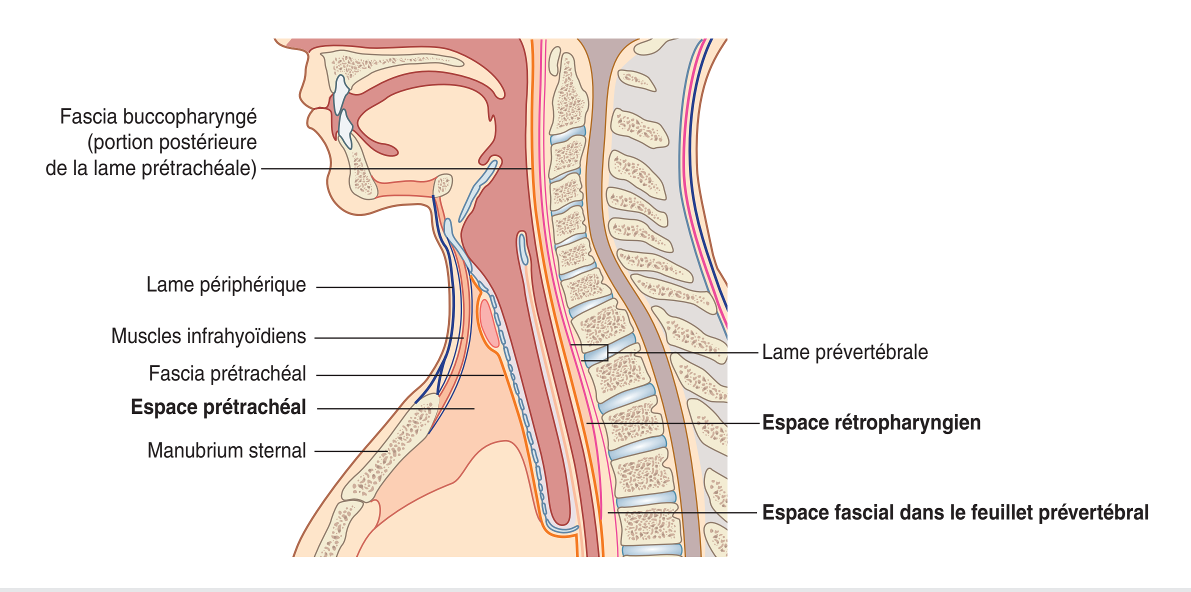


Figure 8.163 Fascia du cou, coupe sagittale.



- Le premier est l'**espace prétrachéal**, compris entre la lame périphérique du fascia cervical (qui recouvre la face profonde des muscles infrahyoïdiens) et le fascia prétrachéal (qui recouvre la face antérieure de la trachée et la glande thyroïde), qui s'étend entre le cou et la partie antérieure du médiastin supérieur.
- Le deuxième est l'**espace rétropharyngé**, compris entre le fascia buccopharyngé (à la face postérieure du pharynx et de l'œsophage) et le fascia prévertébral (sur la face antérieure des processus transverses et des corps des vertèbres cervicales), qui s'étend de la base du crâne à la partie supérieure du médiastin postérieur.
- Le **troisième espace** est compris entre la lame prévertébrale qui recouvre la face antérieure des processus transverses et des corps des vertèbres cervicales. Cette lame se divise en deux lames pour créer l'espace fascial qui débute à la base du crâne et s'étend à travers le médiastin postérieur jusqu'au diaphragme.

Drainage veineux superficiel

Les veines jugulaires externes et antérieures sont les principaux axes du drainage veineux superficiel du cou (fig. 8.164).

Veines jugulaires externes

La veine jugulaire externe est formée en arrière de l'angle de la mandibule, par la réunion de la veine auriculaire postérieure et de la veine rétromandibulaire :

Figure 8.164 Veines superficielles du cou.

- la veine auriculaire postérieure draine le scalp derrière l'auricule et au-dessus ;
- la veine rétromandibulaire est formée par la jonction de la **veine temporale superficielle** et de la **veine maxillaire** dans l'épaisseur du parenchyme de la glande parotide, et descend vers l'angle de la mandibule où elle se divise en branches antérieure et postérieure (fig. 8.164) – la branche postérieure s'unit à la veine auriculaire postérieure pour former la veine jugulaire externe ; la branche antérieure s'unit à la **veine faciale** pour former la veine faciale commune, qui passe en profondeur pour aller s'anastomoser dans la veine jugulaire interne.

Une fois formée, la veine jugulaire externe descend tout droit dans le cou dans le fascia superficiel, en position superficielle tout au long de son trajet par rapport au muscle sternocléidomastoïdien, qu'elle croise en diagonale.

En parvenant à la partie inférieure du cou, juste au-dessus de la clavicule et immédiatement en arrière du muscle sternocléidomastoïdien, la veine jugulaire externe traverse la lame périphérique du fascia cervical, passe en arrière de la clavicule pour s'aboucher dans la **veine subclavière**.

Les collatérales reçues par la veine jugulaire externe au cours de son trajet sont la **veine jugulaire postérieure externe** (qui draine les zones superficielles postérieures du cou) et les **veines cervicale transverse** et **suprascapulaire** (qui drainent la région scapulaire postérieure).

Veines jugulaires antérieures

Les **veines jugulaires antérieures**, bien que variables et inconstantes, sont habituellement décrites comme drainant la partie antérieure du cou (fig. 8.164). Ces veines paires, qui débutent sous la forme de petites veines, se forment au niveau ou juste au-dessus de l'os hyoïde. Une fois formée, chaque veine jugulaire antérieure descend de chaque côté de la ligne médiane du cou.

Dans la partie inférieure, au contact de l'insertion distale du muscle sternocléidomastoïdien, chaque veine jugulaire antérieure traverse la lame périphérique du fascia cervical pour s'aboucher dans la veine subclavière. Parfois, la veine jugulaire antérieure peut s'aboucher dans la veine jugulaire externe immédiatement avant la confluence entre la veine jugulaire externe et la veine subclavière.

Les veines jugulaires antérieures droite et gauche communiquent souvent ensemble, par une **arcade veineuse jugulaire** dans l'aire de l'incisure suprasternale.



En clinique

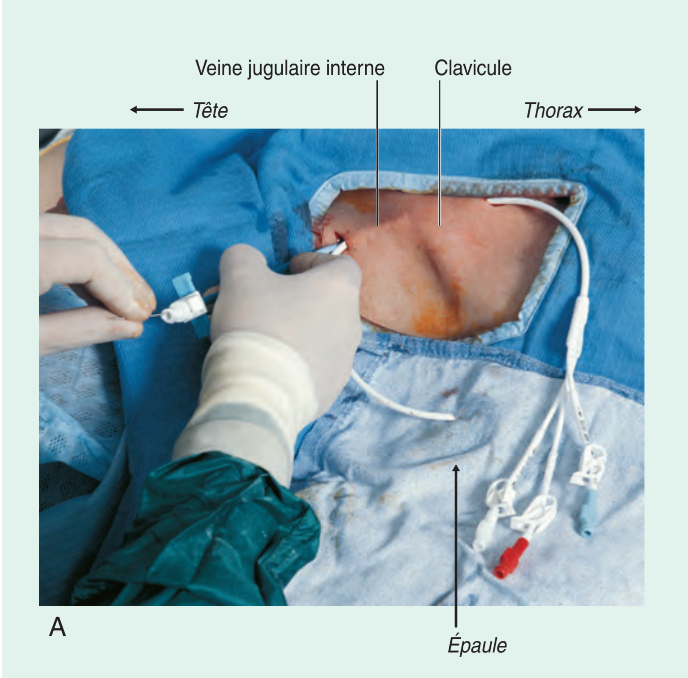
Voie veineuse centrale

Dans la majorité des cas, les accès veineux périphériques au membre supérieur ou au membre inférieur seront suffisants pour administrer les médicaments et les fluides par voie intraveineuse, et pour obtenir du sang pour analyse. Dans certaines circonstances, il est nécessaire de placer des cathéters de plus grand diamètre dans les veines centrales, par exemple pour la dialyse, pour la nutrition parentérale, ou bien pour l'administration de médicaments qui ont tendance à provoquer des phlébites.

La « ponction à l'aveugle » de la veine subclavière et de la veine jugulaire pour obtenir un accès veineux central est utilisée en pratique courante. Cependant, la ponction de la veine subclavière n'est pas exempte de complications. Comme la veine subclavière passe en dessous et en arrière de la clavicule, elle passe au-dessus de l'apex du poumon. Tout défaut de positionnement d'une aiguille dans ou à travers cette structure peut traverser la plèvre apicale, et produire un pneumothorax. Une ponction artérielle par inadvertance ou une plaie veineuse peuvent également produire un hémopneumothorax.

La ponction de la veine jugulaire interne (fig. 8.165) comporte des risques moins élevés, mais l'hématome local et les lésions de l'artère carotide constituent d'importantes complications.

En pratique courante, il est possible d'identifier les gros vaisseaux par l'utilisation de l'échographie, pour obtenir un accès veineux central sous contrôle direct en évitant les complications.



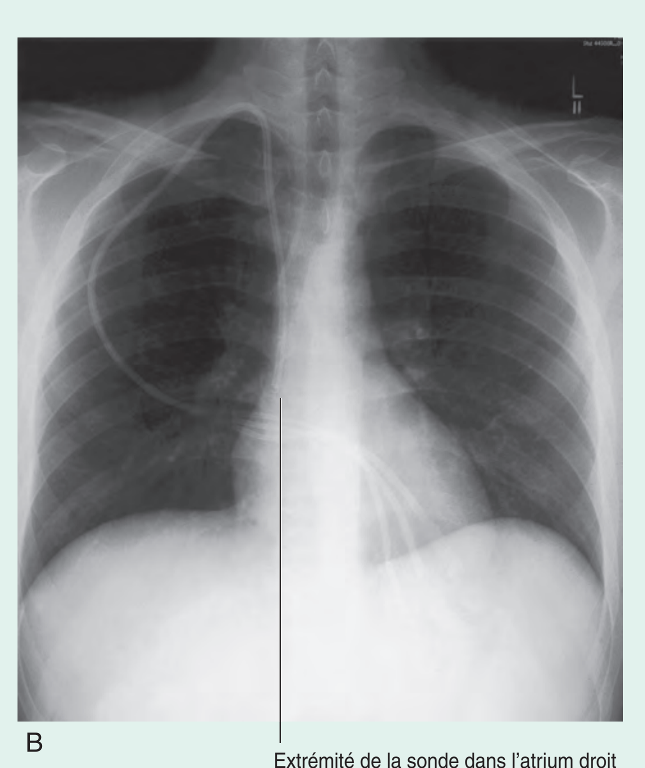


Figure 8.165 Cathétérisme veineux central au cou. **A.** Repères cliniques et techniques. **B**. Radiographie pulmonaire de contrôle montrant que l'extrémité du cathéter est dans l'origine de l'atrium droit.

Triangle antérieur du cou

Le triangle antérieur du cou est limité par le bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien latéralement, le bord inférieur de la mandibule en haut, et la ligne médiane du cou en dedans (fig. 8.166). Il est subdivisé en plusieurs triangles ainsi répartis :

- le **triangle submandibulaire** est limité par le bord inférieur de la mandibule en haut et les ventres antérieur et postérieur du muscle digastrique en bas ;
- le **triangle submentonnier** est limité par l'os hyoïde en bas, le ventre antérieur du muscle digastrique en dehors, et la ligne médiane ;
- le **triangle musculaire** est limité par l'os hyoïde en haut, le ventre supérieur du muscle omohyoïdien et le bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien en dehors, et la ligne médiane ;
- le **triangle carotidien** est limité par le ventre supérieur du muscle omohyoïdien en avant et en bas, le muscle stylohyoïdien et le ventre postérieur du muscle digastrique en haut, et le bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien en arrière.

Chacun de ces triangles contient plusieurs structures qui peuvent être identifiées selon leur origine dans un triangle spécifique, leur direction depuis l'extérieur vers un triangle spécifique, selon qu'elles naissent dans un triangle et passant dans un autre triangle, ou selon qu'elles se dirigent à travers plusieurs triangles en traversant la région.

Une présentation du triangle antérieur du cou doit combiner une approche systémique, décrivant les muscles, les vaisseaux et les nerfs de chaque zone, avec une approche régionale, décrivant le contenu de chaque triangle.

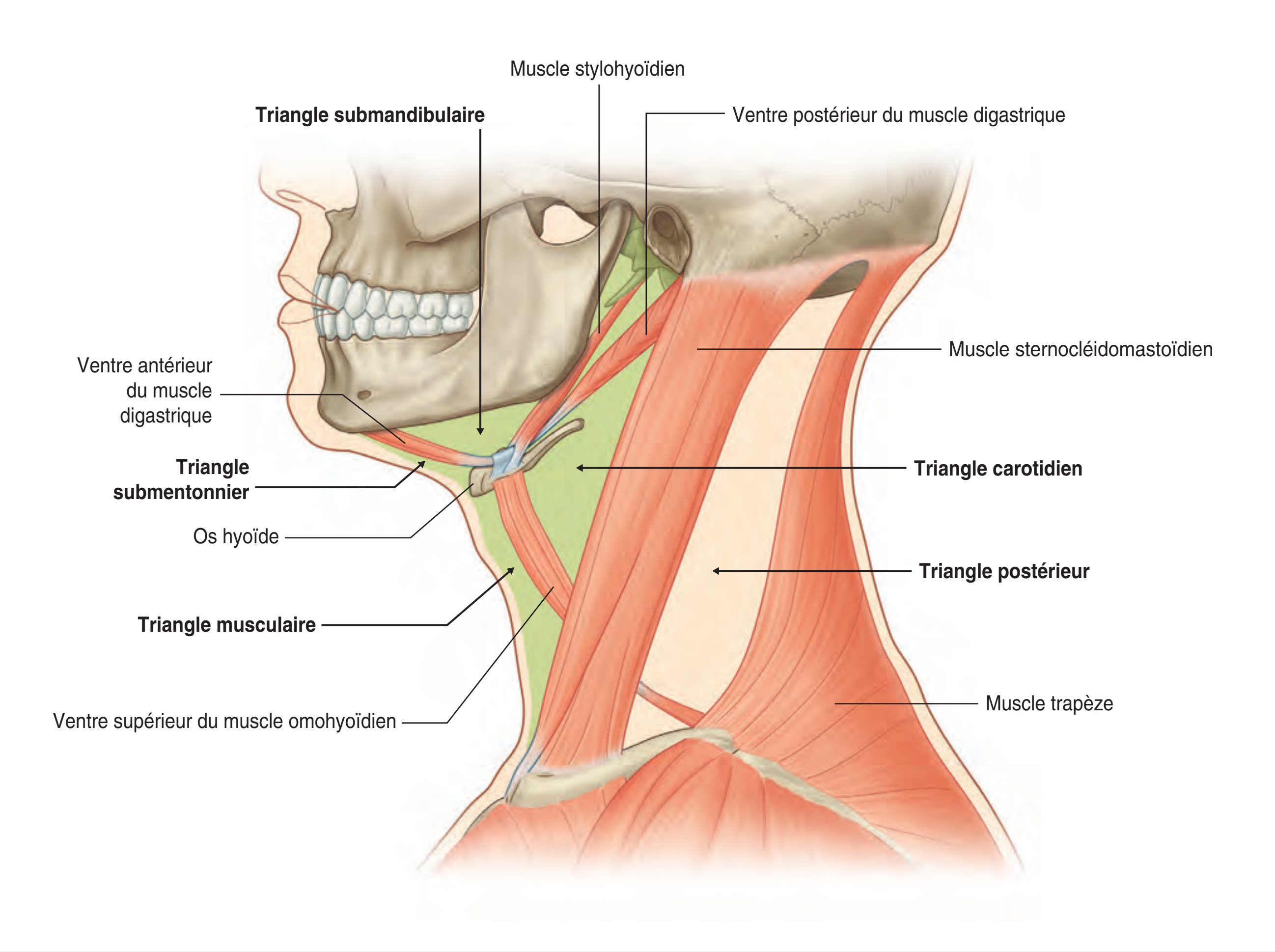


Figure 8.166 Limites et subdivisions du triangle antérieur du cou.

Muscles

Les muscles du triangle antérieur du cou (tableau 8.12) peuvent être groupés selon leur position par rapport à l'os hyoïde :

- les muscles situés au-dessus de l'os hyoïde sont appelés **muscles suprahyoïdiens** et comprennent le stylohyoïdien, le digastrique, le mylohyoïdien et le géniohyoïdien ;
- les muscles situés sous l'os hyoïde sont les **muscles infrahyoïdiens** et comprennent l'omohyoïdien, le sternohyoïdien, le thyrohyoïdien et le sternothyroïdien.

Muscles suprahyoïdiens

Les quatre paires de muscles suprahyoïdiens sont en rapport avec les triangles submentonnier et submandibulaire (fig. 8.166). Ils se dirigent vers le haut depuis l'os hyoïde vers le crâne ou la mandibule, et sont élévateurs de l'os hyoïde au cours de la déglutition.

Tableau 8.12 Triangle antérieur du cou (muscles suprahyoïdiens et infrahyoïdiens).

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Stylohyoïdien	Base du processus styloïde	Face latérale du corps de l'os hyoïde	Nerf facial (VII)	Attire l'os hyoïde en direction postérieure et supérieure
Digastrique				
– Ventre antérieur	Fosse digastrique à la partie inférieure de la face interne de la mandibule	Terminaison par le tendon intermédiaire entre les deux ventres sur l'os hyoïde	Nerf du mylohyoïdien, issu du rameau alvéolaire inférieur du nerf mandibulaire (V_3)	Ouvre la bouche par abaissement de la mandibule ; élévateur de l'os hyoïde
– Ventre postérieur	Incisure mastoïdienne sur la face médiale de la partie mastoïdienne de l'os temporal	Comme ci-dessus	Nerf facial (VII)	Attire l'os hyoïde en haut
Mylohyoïdien	Ligne mylohyoïdienne de la mandibule	Corps de l'os hyoïde et fibres du muscle homologue opposé	Nerf du mylohyoïdien, issu du rameau inférieur du nerf mandibulaire (V_3)	Soutien et élévation du plancher buccal ; élévation de l'os hyoïde
Géniohyoïdien	Épine mentonnière inférieure à la face interne de la mandibule	Face antérieure du corps de l'os hyoïde	Rameau de division du rameau antérieur de C1 (transporté par le nerf hypoglosse [XII])	Mandibule fixée : élève et tire l'os hyoïde en avant – Os hyoïde fixé : tire la mandibule en bas et en dedans
Sternohyoïdien	Versant postérieur de l'articulation sternoclaviculaire et partie adjacente du manubrium sternal	Corps de l'os hyoïde en dedans de la terminaison du muscle omohyoïdien	Rameaux antérieurs de C1 à C3 par les anses cervicales	Abaisseur de l'os hyoïde après la déglutition
Omohyoïdien	Bord supérieur de la scapula en dedans de l'incisure suprascapulaire	Bord inférieur du corps de l'os hyoïde juste en dehors de la terminaison du muscle sternohyoïdien	Rameaux antérieurs de C1 à C3 par les anses cervicales	Abaisseur et stabilisateur de l'os hyoïde
Thyrohyoïdien	Ligne oblique sur la face antérosupérieure du cartilage thyroïde	Grande corne et face adjacente du corps de l'os hyoïde	Fibres du rameau antérieur de C1 transportées le long du nerf hypoglosse (XII)	Abaisseur de l'os hyoïde ; élévateur du larynx si l'os hyoïde est fixé
Sternothyroïdien	Face postérieure du manubrium sternal	Ligne oblique sur la face antérosupérieure du cartilage thyroïde	Rameaux antérieurs de C1 à C3 par les anses cervicales	Attire le larynx (cartilage thyroïde) en bas

Muscle stylohyoïdien

Le **muscle stylohyoïdien** naît de la base du processus styloïde et se dirige en avant et en bas pour s'insérer sur la face latérale du corps de l'os hyoïde (fig. 8.167). Au cours de la déglutition, il tire l'os hyoïde en arrière et en haut, et il est innervé par le nerf facial (VII).

Muscle digastrique

Le **muscle digastrique** a deux ventres reliés par un tendon qui s'attache au corps de l'os hyoïde (fig. 8.167) :

- le **ventre postérieur** provient de l'incisure mastoïdienne à la face médiale de la partie mastoïdienne de l'os temporal ;
- le **ventre antérieur** provient de la fosse digastrique située à la partie inférieure de la face interne de la mandibule.

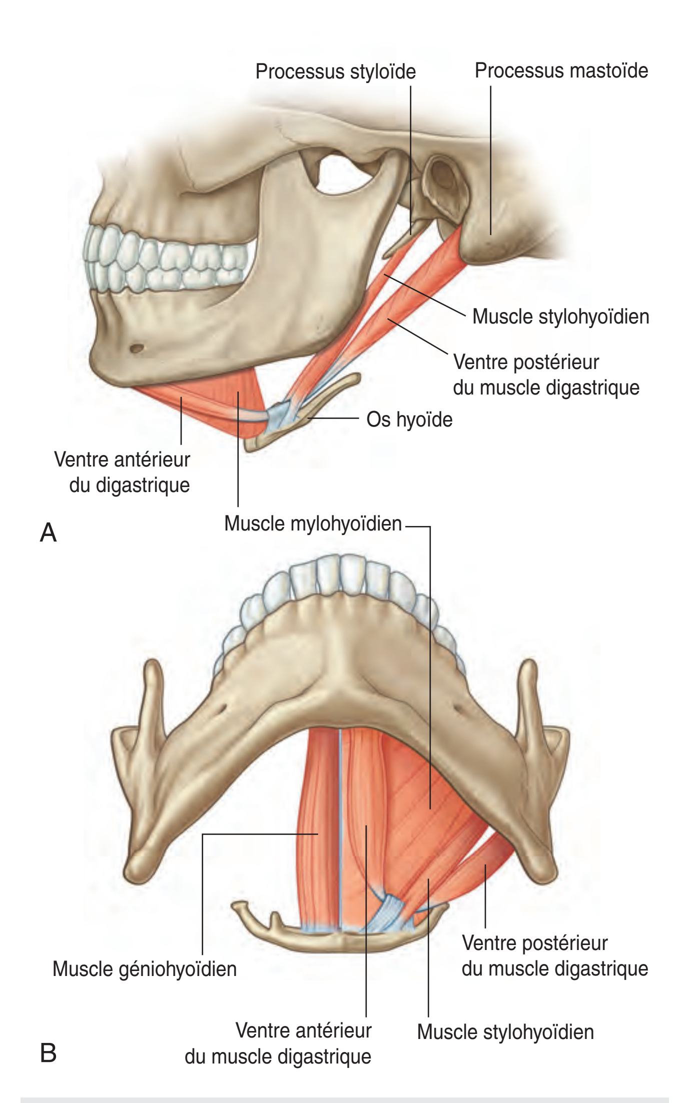


Figure 8.167 Muscles suprahyoïdiens. **A.** Vue latérale. **B.** Vue inférieure.

Le tendon intermédiaire entre les deux ventres, qui est attaché au corps de l'os hyoïde, est le point d'insertion des deux ventres. Du fait de cette configuration, le muscle a plusieurs actions qui dépendent de l'os constituant le point fixe :

- lorsque la mandibule est fixée, le muscle digastrique élève l'os hyoïde ;
- lorsque l'os hyoïde est le point fixe, le muscle digastrique ouvre la bouche en abaissant la mandibule.

L'innervation du muscle digastrique provient de deux nerfs crâniens différents.

L'innervation du ventre postérieur du muscle digastrique est assurée par le nerf facial (VII), alors que le ventre antérieur est innervé par le nerf mandibulaire (V_3) issu du nerf trijumeau (V).

Muscle mylohyoïdien

Le **muscle mylohyoïdien** est situé au-dessus du ventre antérieur du digastrique, et forme le plancher buccal avec son homologue du côté opposé (fig. 8.167). Il naît de la ligne mylohyoïdienne sur la face médiale du corps de la mandibule et se termine sur l'os hyoïde en s'intriquant avec le muscle mylohyoïdien du côté opposé.

Ce muscle mylohyoïdien soutient et élève le plancher buccal. Il est innervé par le nerf mandibulaire (V_3) issu du nerf trijumeau (V).

Muscle géniohyoïdien

Le **muscle géniohyoïdien** est situé au-dessus de la cavité orale et n'est habituellement pas considéré comme un muscle du triangle antérieur du cou ; cependant, il peut être conçu comme un muscle supra-hyoïdien.

Le muscle géniohyoïdien est le dernier muscle du groupe suprahyoïdien (fig. 8.167). C'est un muscle étroit, situé au-dessus de la partie médiale de chaque muscle mylohyoïdien. Ces muscles pairs sont au contact l'un de l'autre sur la ligne médiane.

Le muscle géniohyoïdien naît de l'épine mentonnière inférieure de la mandibule, et se dirige en arrière et en bas pour se terminer sur le corps de l'os hyoïde.

Il a deux fonctions, selon l'os qui est fixé :

- si la mandibule est fixée : il tire l'os hyoïde en avant ;
- si l'os hyoïde est fixé, il tire la mandibule en bas et en dedans.

Le muscle géniohyoïdien est innervé par un rameau de la division antérieure de C1 transporté le long du nerf hypoglosse (XII).

Muscles infrahyoïdiens

Les quatre muscles infrahyoïdiens sont en rapport avec le triangle musculaire (fig. 8.166). Ils attachent l'os hyoïde aux structures inférieures et sont abaisseurs de l'os hyoïde.



Ils créent aussi un point d'insertion stable pour les muscles suprahyoïdiens. Du fait de leur aspect aplati, ils sont parfois appelés « **sangles musculaires** ».

Muscle sternohyoïdien

Le muscle sternohyoïdien est un muscle long et fin qui naît du versant postérieur de l'articulation sternoclaviculaire et de la partie adjacente du manubrium sternal (fig. 8.168). Il monte pour s'insérer sur le corps de l'os hyoïde. Il est abaisseur de l'os hyoïde, et est innervé par les rameaux antérieurs de C1à C3 par l'anse cervicale.

Muscle omohyoïdien

Le muscle omohyoïdien est situé latéralement par rapport au muscle sternohyoïdien (fig. 8.168). Ce muscle est constitué de deux ventres musculaires reliés par un tendon intermédiaire, qui le placent dans les deux triangles postérieur et antérieur du cou :

- le ventre inférieur s'insère sur le bord supérieur de la scapula, en dedans de l'incisure suprascapulaire, et passe en haut et en avant en croisant le triangle postérieur pour se terminer sur le tendon intermédiaire ;
- le ventre supérieur s'insère sur le tendon intermédiaire et monte pour se terminer sur le corps de l'os hyoïde juste en dehors de la terminaison du muscle sternohyoïdien ;
- le tendon intermédiaire est attaché à la clavicule près de son extrémité médiale, par une bande de fascia.

Le muscle omohyoïdien abaisse et fixe l'os hyoïde. Il est innervé par les rameaux antérieurs de C1 à C3 par l'anse cervicale.

Os hyoïde
Veine jugulaire interne
Muscle thyrohyoïdien
Cartilage thyroïde
Artère carotide commune
Muscle omohyoïdien
Cartilage cricoïde
Muscle sternothyroïdien
Muscle sternohyoïdien

Figure 8.168 Muscles infrahyoïdiens.

Muscle thyrohyoïdien

Le muscle thyrohyoïdien est situé en profondeur par rapport aux segments supérieurs des muscles omohyoïdien et sternohyoïdien (fig. 8.168). Il naît de la ligne oblique sur la lame du cartilage thyroïde, se dirige en haut, et s'insère sur la grande corne et la partie adjacente du corps de l'os hyoïde.

Ce muscle thyrohyoïdien a des fonctions variables selon le point fixe osseux considéré. De manière globale, il est abaisseur de l'os hyoïde, mais lorsque l'os hyoïde est fixé, il est élévateur du larynx (par exemple lors du chant de notes aiguës). Il est innervé par des fibres du rameau antérieur de C1 qui cheminent avec le nerf hypoglosse (XII).

Muscle sternothyroïdien

S'étendant sous le sternohyoïdien, et en continuité avec le thyrohyoïdien, le sternothyroïdien est le dernier muscle du groupe des muscles infrahyoïdiens (fig. 8.168). Il naît de la face postérieure du manubrium sternal et se dirige vers le haut pour s'insérer sur la ligne oblique sur la lame du cartilage thyroïde.

Le muscle sternothyroïdien attire le larynx en bas, et est innervé par les rameaux antérieurs de C1 à C3 par l'anse cervicale.

Vaisseaux

Les artères carotides communes et leurs branches, les artères carotides externes et internes, traversent le triangle antérieur du cou. Ces vaisseaux vascularisent toutes les structures de la tête et du cou.

Les veines jugulaires internes et leurs afférences sont associées à ce système artériel. Ces veines drainent le sang de toutes les structures de la tête et du cou.

Système carotidien

Artères carotides communes

Les **artères carotides communes** constituent la portion initiale du système carotidien (fig. 8.169) :

- l'**artère carotide commune droite** naît du tronc artériel brachiocéphalique immédiatement en arrière de l'articulation sternoclaviculaire droite, et son trajet est entièrement intracervical ;
- l'**artère carotide commune gauche** naît dans le thorax, directement de l'arc aortique, et se dirige en haut pour entrer dans le cou près de l'articulation sternoclaviculaire gauche.

Les deux artères carotides communes, droite et gauche, montent dans le cou, latéralement par rapport à la trachée et à l'œsophage, entourées par une enveloppe fasciale (la gaine carotidienne). Elles ne donnent pas de branches collatérales dans leur trajet intracervical.

Près du bord supérieur du cartilage thyroïde, chaque artère carotide commune se divise en deux branches terminales : les **artères carotides externe** et **interne** (fig. 8.170).

La partie supérieure de chaque artère carotide commune et sa division en artères carotides interne et externe se situent

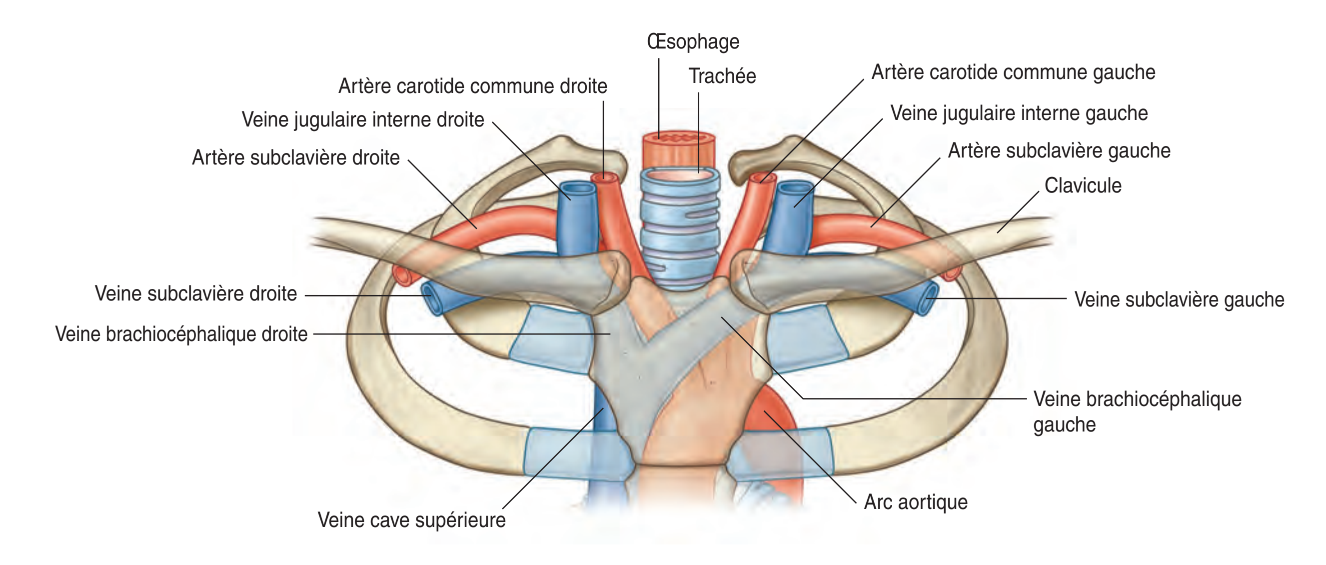


Figure 8.169 Origine des artères carotides communes.



dans le triangle carotidien (fig. 8.170), qui est une subdivision du triangle antérieur du cou (voir fig. 8.166).

Au niveau de la bifurcation, l'artère carotide commune et la portion initiale de l'artère carotide interne sont dilatées. Cette dilatation est le **sinus carotidien** (fig. 8.171) contenant des récepteurs qui régulent la pression artérielle et sont innervés par un rameau du nerf glossopharyngien (IX).

Un autre groupe de récepteurs dans la zone de la bifurcation est responsable de la détection des modifications chimiques et du contenu en oxygène du sang. Cette structure est le **glomus carotidien** qui est innervé par des rameaux des nerfs glosso-pharyngien (IX) et vague (X).

Artères carotides internes

Après son origine, l'artère carotide interne monte vers la base du crâne (fig. 8.171). Elle ne donne pas de branches dans le cou et entre dans la cavité crânienne à travers le canal carotidien creusé dans la portion pétreuse de l'os temporal.

Les artères carotides internes vascularisent les hémisphères cérébraux, les yeux et le contenu des orbites, ainsi que le front.

Artères carotides externes

Les artères carotides externes débutent en donnant immédiatement des branches après la bifurcation des artères carotides (fig. 8.171 et tableau 8.13) :

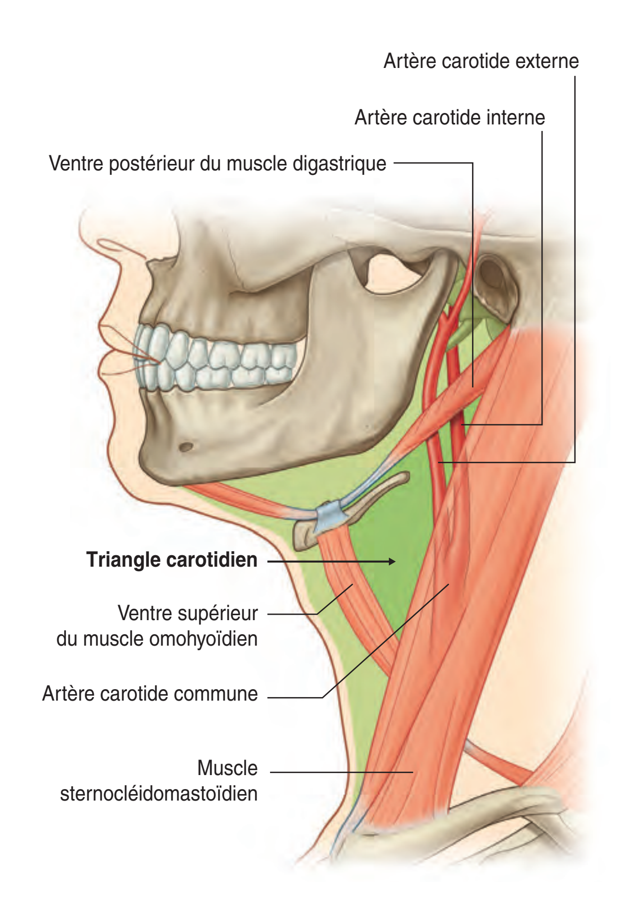


Figure 8.170 Triangle carotidien.



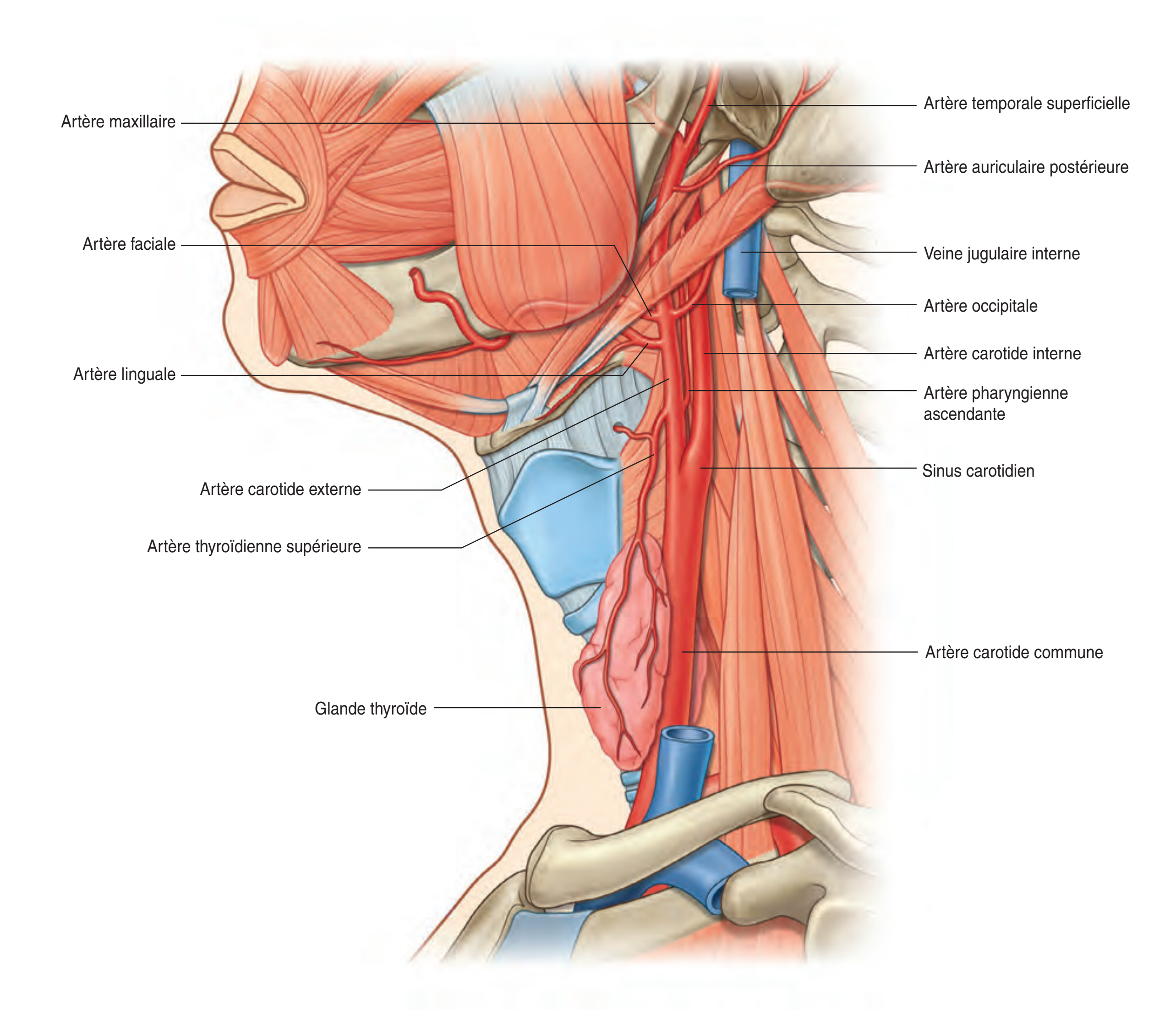


Figure 8.171 Système carotidien.

Tableau 8.13 Branches de l'artère carotide externe.

Branches	**Territoires de vascularisation**
Artère thyroïdienne supérieure	Muscle thyrohyoïdien, structures internes du larynx, muscles sternocléidomastoïdien et cricothyroïdien, glande thyroïde
Artère pharyngienne ascendante	Muscles constricteurs du pharynx et stylopharyngien, palais, tonsille palatine, trompe auditive, méninges de la fosse postérieure du crâne
Artère linguale	Muscles de la langue, tonsille palatine, palais mou, épiglotte, plancher buccal, glande sublinguale
Artère faciale	Toutes les structures de la face comprises entre le bord inférieur de la mandibule en avant du muscle masséter et l'angle médial de l'œil, le palais mou, la tonsille palatine, la trompe auditive, la glande submandibulaire
Artère occipitale	Muscle sternocléidomastoïdien, méninges de la fosse crânienne postérieure, cellules mastoïdiennes, muscles profonds du cou, muscles du dos, partie postérieure du scalp
Artère auriculaire postérieure	Glande parotide et muscles voisins, oreille externe et scalp rétroauriculaire, structures de l'oreille moyenne et de l'oreille interne
Artère temporale superficielle	Glande parotide et conduit, muscle masséter, partie latérale de la face, partie antérieure de l'oreille externe, muscle temporal, fosses pariétale et temporale
Artère maxillaire	Méat acoustique externe, faces médiale et latérale de la membrane tympanique, articulation temporomandibulaire, dure-mère de la paroi latérale du crâne et lame interne des os du crâne, ganglion trigéminal et dure-mère adjacente, muscle mylohyoïdien, dents mandibulaires, peau du menton, muscle temporal, lame externe des os du crâne dans la fosse temporale, structures de la fosse infratemporale, sinus maxillaire, dents supérieures et gencives, peau infraorbitaire, palais, toit du pharynx, cavité nasale



- l'**artère thyroïdienne supérieure** est la première branche, qui naît de la face antérieure au niveau ou près de la bifurcation, et se dirige en bas et en avant pour gagner le pôle supérieur de la glande thyroïde ;
- l'**artère pharyngienne ascendante** est la deuxième et la plus petite branche – elle naît du versant postérieur de l'artère carotide externe et monte entre l'artère carotide interne et le pharynx ;
- l'**artère linguale** naît de la face antérieure de l'artère carotide externe juste au-dessus de l'artère thyroïdienne supérieure, au niveau de l'os hyoïde, passe sous le nerf hypoglosse (XII), et chemine entre les muscles constricteur moyen et hyoglosse ;
- l'**artère faciale** est la troisième branche antérieure de l'artère carotide externe, naît juste au-dessus de l'artère linguale, passe en profondeur sous le muscle stylohyoïdien et le ventre postérieur du muscle digastrique, continue entre la glande submandibulaire et la mandibule, et émerge en contournant le bord de la mandibule juste en avant du muscle masséter, pour entrer dans la face ;
- l'**artère occipitale** naît de la face postérieure de l'artère carotide externe, près de l'origine de l'artère faciale, se dirige en haut et en arrière en profondeur sous le ventre postérieur du muscle digastrique, et émerge à la partie postérieure du scalp ;
- l'**artère auriculaire postérieure** est une petite branche qui provient de la face postérieure de la carotide externe, et se dirige en haut et en arrière ;
- l'**artère temporale superficielle** est une des deux branches terminales et apparaît comme un prolongement supérieur de l'artère carotide externe – en débutant en arrière du col de la mandibule, elle passe en avant de l'auricule, croise le processus zygomatique de l'os temporal, et au-dessus de ce point se divise en branches antérieure et postérieure ;
- l'**artère maxillaire** est la plus importante des deux branches terminales de l'artère carotide externe – naissant en arrière du col de la mandibule, elle chemine à travers la glande parotide, continue en dedans du col de la mandibule et dans la fosse infratemporale, qu'elle traverse pour gagner la fosse ptérygopalatine.

Veines

La **veine jugulaire interne** est le prolongement dilaté du **sinus sigmoïde**, qui est un sinus veineux dure-mérien. Elle collecte le sang du crâne, du cerveau, de la superficie de la face et de certaines parties du cou. La partie initiale dilatée est appelée le **bulbe supérieur de la veine jugulaire** et reçoit un autre sinus veineux (le **sinus pétreux inférieur**) peu après sa formation. Il sort du crâne par le foramen jugulaire avec les nerfs glossopharyngien (IX), vague (X) et accessoire (XI), et entre dans la gaine carotidienne.

La veine jugulaire interne traverse le cou dans la gaine carotidienne, initialement derrière l'artère carotide interne, puis progressivement en position plus latérale. Elle reste latérale par rapport à l'artère carotide commune dans le reste du cou, accompagnée par le nerf vague (X) placé en arrière entre les deux vaisseaux.

Les veines jugulaires rejoignent de chaque côté les veines subclavières en arrière de l'extrémité sternale de la clavicule pour former les **veines brachiocéphaliques** droite et gauche (fig. 8.169).

Les afférences reçues par chaque veine jugulaire interne comprennent le sinus pétreux inférieur, et les veines faciale, linguale, pharyngienne, occipitale, thyroïdienne supérieure et thyroïdienne moyenne.

En clinique

Pouls veineux jugulaire

Le pouls veineux jugulaire est un signe clinique important qui permet au praticien d'évaluer la pression veineuse et l'onde de flux veineux, qui reflète le fonctionnement de la partie droite du cœur.

Nerfs

De nombreux nerfs crâniens et périphériques :

- passent dans le triangle antérieur du cou en poursuivant leur trajet jusqu'à leur destination finale ;
- donnent des rameaux pour les structures contenues dans, ou limitant le triangle antérieur du cou ;
- donnent des rameaux pour les structures voisines au cours de leur passage dans le triangle antérieur du cou.

Les nerfs crâniens dans ces catégories sont le nerf facial (VII), le nerf glossopharyngien (IX), le nerf vague (X), le nerf accessoire (XI) et le nerf hypoglosse (XII).

Les nerfs périphériques dans ces catégories sont le nerf cervical transverse, issu du plexus cervical, et les racines supérieures et inférieures de l'anse cervicale.

Nerf facial (VII)

Après son émergence du canal stylomastoïdien, le nerf facial (VII) donne des rameaux qui innervent deux muscles du triangle antérieur du cou :

- le ventre postérieur du muscle digastrique ;
- le muscle stylohyoïdien.

Le nerf facial (VII) innerve aussi le muscle platysma qui recouvre le triangle antérieur et une partie du triangle du cou.

Nerf glossopharyngien (IX)

Le nerf glossopharyngien (IX) quitte la cavité crânienne par le foramen jugulaire. Il descend tout d'abord entre l'artère carotide interne et la veine jugulaire interne, en profondeur par rapport au processus styloïde et aux muscles insérés sur le processus styloïde. En poursuivant son trajet, le nerf glossopharyngien (IX) passe en avant entre les artères carotides interne et externe, puis contourne le bord latéral du muscle stylopharyngien (fig. 8.172). À ce niveau, il continue en direction antérieure, en profondeur sous le muscle hyoglosse, pour gagner la base de la langue et la zone de la tonsille palatine.

En traversant la zone du triangle antérieur du cou, le nerf glossopharyngien (IX) innerve le muscle stylopharyngien, envoie un rameau au sinus carotidien, et donne des rameaux sensitifs pour le pharynx.

Nerf vague (X)

Le nerf vague (X) sort de la cavité crânienne par le foramen jugulaire entre les nerfs glossopharyngien (IX) et accessoire (XI).

En dehors du crâne, le nerf vague (X) entre dans la gaine carotidienne et descend dans le cou en restant enveloppé dans cette structure en dedans de la veine jugulaire interne et en arrière des artères carotide interne et carotide commune (fig. 8.173).

Les rameaux issus du nerf vague (X) au cours de son trajet dans le triangle antérieur du cou comprennent un rameau moteur pour le pharynx, un rameau pour le glomus carotidien, le nerf laryngé supérieur (qui se divise en rameaux externe et interne) et, parfois, un rameau cardiaque.

Nerf accessoire (XI)

Le nerf accessoire (XI) est le plus postérieur des trois nerfs crâniens sortant de la cavité crânienne par le foramen jugulaire. Il descend d'abord en dedans de la veine jugulaire interne, puis émerge entre la veine jugulaire interne et l'artère carotide interne pour croiser la face latérale de la veine jugulaire

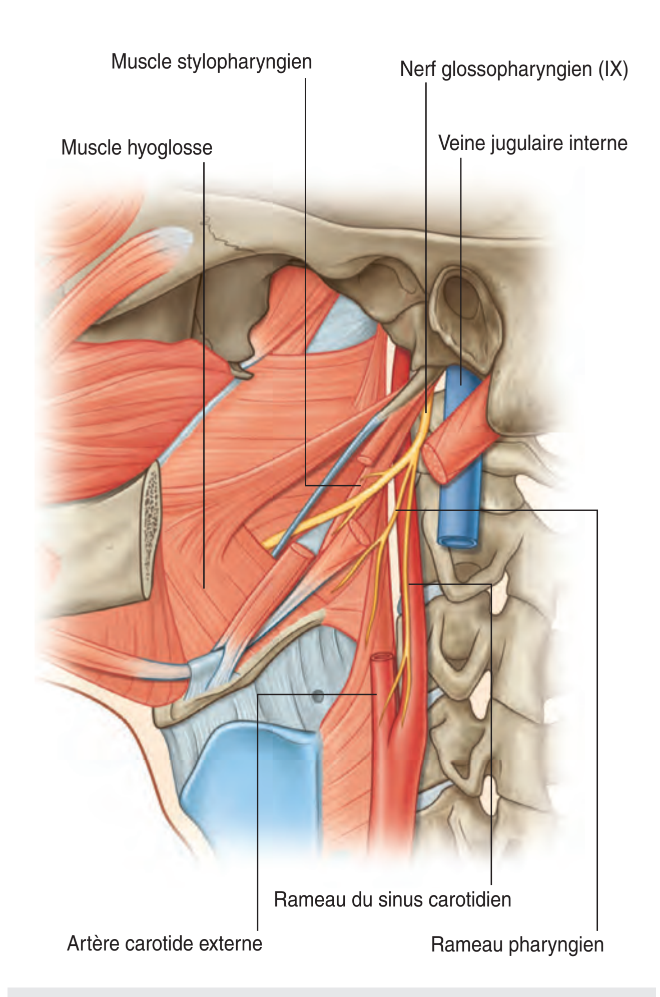


Figure 8.172 Nerf glossopharyngien (IX) dans le triangle antérieur du cou.

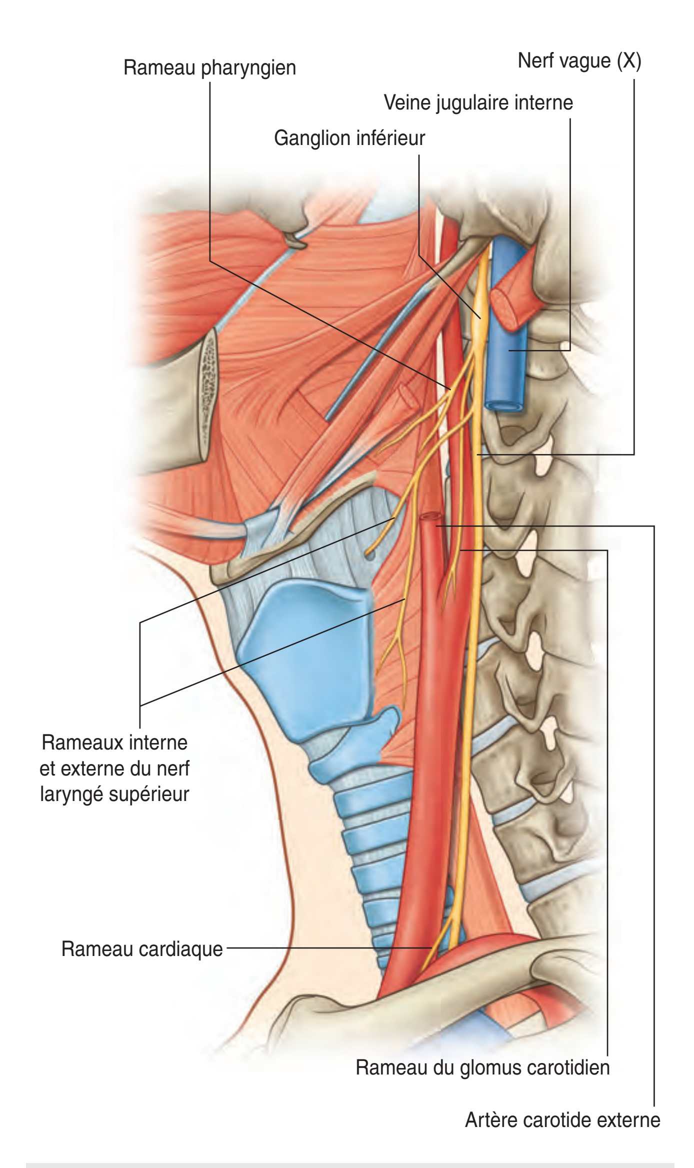


Figure 8.173 Nerf vague (X) dans le triangle antérieur du cou.

interne en se dirigeant en bas et en arrière, pour pénétrer dans le muscle sternocléidomastoïdien, dans le bord antérieur du muscle ou en arrière (fig. 8.174).

Le nerf accessoire ne donne pas de rameaux au cours de son trajet dans le triangle antérieur du cou.

Nerf hypoglosse (XII)

Le nerf hypoglosse (XII) sort de la cavité crânienne par le canal hypoglosse, et se trouve en dedans de la veine jugulaire interne et de l'artère carotide interne immédiatement après sa sortie du crâne. En descendant, il passe en dehors entre la veine jugulaire interne et l'artère carotide interne (fig. 8.175). À ce niveau, il se dirige en avant, fait un crochet autour de l'artère occipitale, croise les faces latérales des artères carotides interne et externe et l'artère linguale, puis continue en profondeur en suivant le chef postérieur du muscle digastrique et les muscles stylohyoïdiens. Il chemine à la surface du muscle hyoglosse et disparaît en profondeur dans le muscle mylohyoïdien.

Le nerf hypoglosse (XII), qui innerve la langue, ne donne pas de rameau au cours de son passage dans le triangle antérieur du cou.

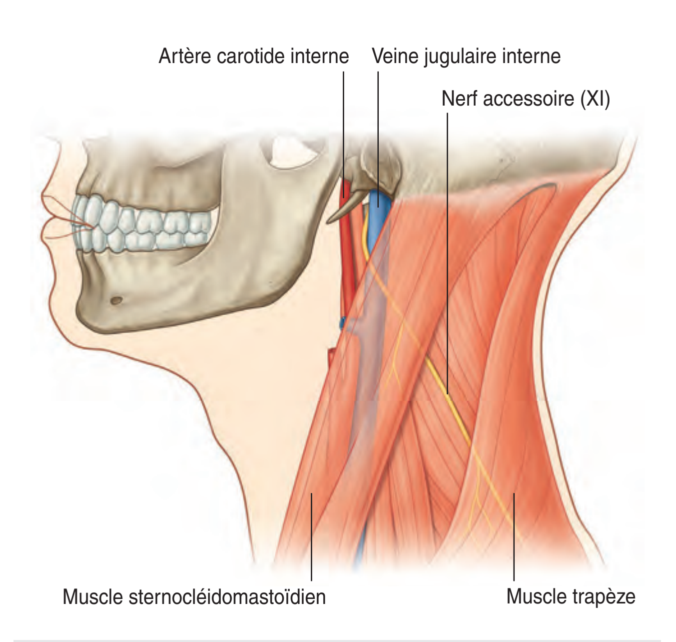


Figure 8.174 Nerf accessoire (XI) dans le triangle postérieur du cou.

Figure 8.175 Nerf hypoglosse (XII). **A.** Vue chirurgicale du nerf hypoglosse dans le triangle antérieur du cou. **B.** Diagramme.

Nerf cervical transverse

Le nerf cervical transverse est un rameau du plexus cervical qui provient du rameau antérieur des nerfs spinaux C2 et C3. Il apparaît derrière le bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien, près du milieu du muscle, et fait une boucle autour du muscle sternocléidomastoïdien pour croiser sa face antérieure transversalement (fig. 8.176). Il continue vers la partie antérieure du cou et assure l'innervation sensitive dans cette zone.

Anse cervicale

L'anse cervicale est une boucle de fibres nerveuses issues des nerfs C1 à C3 qui innervent les muscles dans le triangle antérieur du cou (fig. 8.177). Elle est formée par l'union des rameaux du nerf spinal C1 avec le nerf hypoglosse (XII), rapidement après sa sortie du crâne.

Au cours de son trajet descendant en croisant vers l'avant les artères carotides interne et externe, certaines des fibres du nerf hypoglosse (XII) le quittent et cheminent entre veine jugulaire

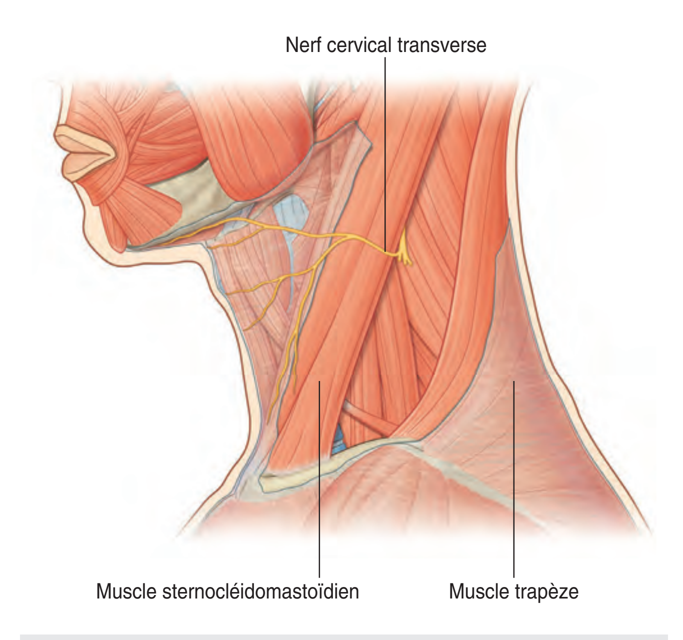


Figure 8.176 Nerf cervical transverse dans le triangle antérieur du cou.

Figure 8.177 Anse cervicale.

interne et artères carotides interne puis commune. Ces fibres nerveuses constituent la **racine supérieure** de l'anse cervicale et innervent le ventre supérieur du muscle omohyoïdien ainsi que la partie supérieure des muscles sternohyoïdien et sternothyroïdien.

Un rameau direct issu du plexus cervical contenant les fibres nerveuses des deuxième et troisième nerfs spinaux C2 et C3 vient compléter cette boucle (fig. 8.177). Il forme la **racine inférieure** de l'anse cervicale. Il descend soit en dedans, soit en dehors de la veine jugulaire interne avant de se diriger en dedans pour s'unir à la racine supérieure. À ce niveau, l'anse cervicale donne des rameaux qui innervent le ventre inférieur du muscle omohyoïdien, et les portions inférieures des muscles sternohyoïdien et sternothyroïdien.

Éléments des appareils digestif et respiratoire

L'œsophage, la trachée, le pharynx et le larynx sont situés dans le cou et en rapport avec les triangles antérieurs

Œsophage

L'œsophage est un segment de l'appareil digestif et n'a qu'une courte partie de son trajet dans la partie inférieure du cou. Il débute au niveau de la vertèbre CVI, où il fait suite au pharynx en haut et se dirige en bas à travers l'ouverture supérieure du thorax. Il chemine immédiatement en avant de la colonne vertébrale (fig. 8.178B).

Trachée

La trachée est un segment des voies aériennes inférieures, et débute, comme l'œsophage, au niveau de la vertèbre CVI, où elle fait suite au larynx au-dessus (fig. 8.178B). La trachée chemine immédiatement en avant de l'œsophage et se dirige en bas sur la ligne médiane pour entrer dans le thorax.

Pharynx et larynx

Le pharynx est une voie commune pour l'air et les aliments, et connecte les compartiments respiratoire et digestif de la tête avec les compartiments correspondants de la partie inférieure du cou (voir plus loin).

Le larynx est la partie supérieure de la voie aérienne inférieure. Il se poursuit par la trachée en bas et est en continuité avec le pharynx en haut et en arrière (voir plus loin).

Glandes thyroïde et parathyroïdes

Les glandes thyroïde et parathyroïdes sont des glandes endocrines placées en position antérieure dans le cou.

Ces glandes sont formées à partir d'ébauches pharyngiennes qui vont migrer en direction caudale jusqu'à leur position finale où leur développement va se poursuivre.

La glande thyroïde est une grande glande impaire, alors que les glandes parathyroïdes, habituellement au nombre de quatre, sont petites et situées à la face postérieure de la glande thyroïde.

Glande thyroïde

La glande thyroïde est dans la partie antérieure du cou en dessous et en dehors du cartilage thyroïde (fig. 8.178). Elle est constituée de deux **lobes** latéraux (qui couvrent les faces antérolatérales de la trachée, le cartilage cricoïde et la partie inférieure du cartilage thyroïde) et d'un **isthme** qui réunit les deux lobes et croise la face antérieure des deuxième et troisième anneaux cartilagineux de la trachée.

Placée en profondeur par rapport aux muscles sternohyoïdien, sternothyroïdien et omohyoïdien, la glande thyroïde appartient au compartiment viscéral du cou. Ce compartiment comprend aussi le pharynx, la trachée et l'œsophage, et est entouré par les lames prétrachéales du fascia.

La glande thyroïde provient d'une ébauche embryonnaire médiane située dans le plancher du pharynx au contact de la base de la langue. Le foramen cæcum de la langue indique le site d'origine, et le canal thyréoglosse marque la trace de la migration de la glande thyroïde jusqu'à sa localisation finale chez l'adulte. Le canal thyréoglosse disparaît habituellement tôt dans le développement, mais des vestiges peuvent persister sous la forme de kyste ou de connexion avec le foramen cæcum (fistule).

Ces reliquats embryonnaires de la glande thyroïde peuvent aussi persister et constituer des glandes fonctionnelles :

- dans la langue (thyroïde linguale) ;
- à n'importe quel niveau le long du trajet de migration de la glande thyroïde ;
- ou à la partie supérieure de la glande le long du canal thyréoglosse (lobe pyramidal).

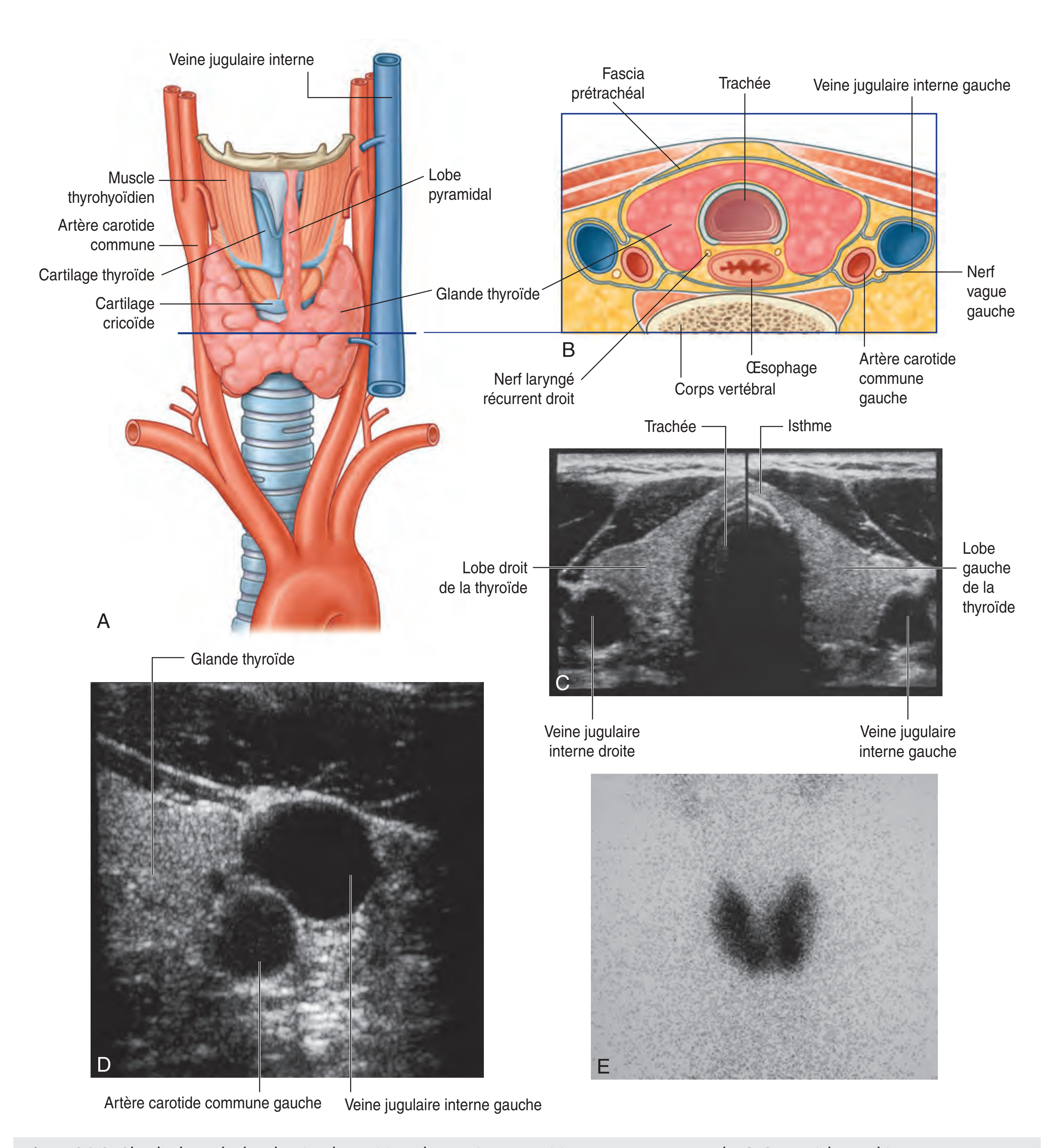


Figure 8.178 Glande thyroïde dans le triangle antérieur du cou. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue transversale. **C.** Coupe échographique – vue composée axiale du cou. **D.** Coupe échographique – vue axiale du cou. **E.** Scintigraphie isotopique – fixation du technétium dans le cou par la thyroïde normale.

Vascularisation artérielle

Deux artères importantes vascularisent la glande thyroïde.

Artère thyroïdienne supérieure. L'**artère thyroïdienne supérieure** est la première branche de l'artère carotide externe (fig. 8.179). Elle descend, chemine le long du bord latéral du muscle thyrohyoïdien, pour gagner le pôle supérieur du lobe latéral de la glande, où elle se divise en branches glandulaires antérieure et postérieure :

- la **branche glandulaire antérieure** irrigue le bord supérieur de la glande thyroïde et s'anastomose avec son homologue opposée au niveau de l'isthme (fig. 8.179) ;
- la **branche glandulaire postérieure** chemine à la face postérieure de la glande et peut s'anastomoser avec l'artère thyroïdienne inférieure (fig. 8.180).

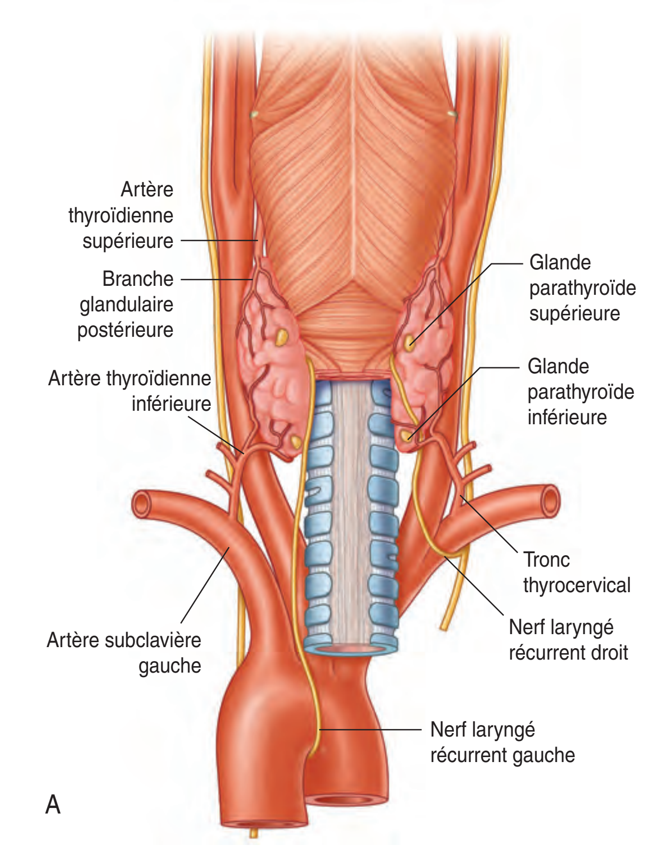
Artère thyroïdienne inférieure. L'**artère thyroïdienne inférieure** est une branche du **tronc thyrocervical**, qui provient de la première portion de l'artère subclavière (fig. 8.179 et fig. 8.180). Elle monte le long du bord interne du muscle scalène antérieur, passe en arrière de la gaine carotidienne, et gagne le pôle inférieur du lobe latéral de la glande thyroïde.

Au niveau de la glande thyroïde, l'artère thyroïdienne inférieure se divise en :

- une branche inférieure, qui vascularise la partie inférieure de la glande thyroïde et s'anastomose avec la branche postérieure de l'artère thyroïdienne supérieure ;
- une branche ascendante, qui vascularise les glandes parathyroïdes.

Muscle thyrohyoïdien
Artère et veine thyroïdiennes supérieures
Branche glandulaire antérieure
Artère thyroïdienne inférieure
Veine thyroïdienne moyenne
Nerf laryngé récurrent droit
Tronc thyrocervical
Nerf vague droit
Nerf vague gauche
Veines thyroïdiennes inférieures
Nerf laryngé récurrent gauche

Figure 8.179 Vascularisation de la glande thyroïde (vue ventrale).



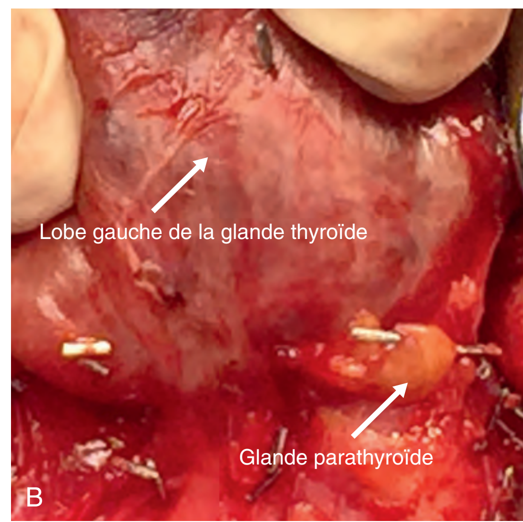


Figure 8.180 Artères thyroïdiennes supérieure et inférieure, nerfs laryngés récurrents gauche et droit, et glandes thyroïde et parathyroïdes. **A.** Vue postérieure. **B.** Vue chirurgicale (antérolatérale) de la glande parathyroïde avec écartement du lobe gauche de la glande thyroïde

Artère thyroidea ima. Inconstamment, une petite **artère thyroidea ima** naît du tronc brachiocéphalique ou de l'arc aortique et monte à la face antérieure de la trachée pour vasculariser la glande thyroïde.

Drainage veineux et lymphatique

Trois veines drainent la glande thyroïde (fig. 8.179) :

- la **veine thyroïdienne supérieure** draine principalement le territoire vascularisé par l'artère thyroïdienne supérieure ;
- les **veines thyroïdiennes moyenne** et **inférieure** drainent le reste de la glande thyroïde.

Les veines thyroïdiennes supérieure et moyenne s'abouchent dans la veine jugulaire interne, et les veines thyroïdiennes inférieures dans les veines brachiocéphaliques droite et gauche, respectivement.

Le drainage lymphatique de la glande thyroïde se fait dans les nœuds situés en regard des faces latérales de la trachée (nœuds paratrachéaux) et dans les nœuds cervicaux profonds sous le muscle omohyoïdien le long de la veine jugulaire interne.

Nerfs laryngés récurrents

La glande thyroïde est intimement au contact des nerfs laryngés récurrents. Après son origine du nerf vague (X) et après avoir fait une boucle autour de l'artère subclavière à droite et de l'arc aortique à gauche, les **nerfs laryngés récurrents** montent dans un sillon entre la trachée et l'œsophage (fig. 8.180). Ils passent en profondeur en arrière de la face postéromédiale des lobes latéraux de la glande thyroïde, et entrent dans le larynx en passant sous le bord inférieur du constricteur inférieur du pharynx.

Avec les branches des artères thyroïdiennes inférieures, les nerfs laryngés sont en rapport avec les ligaments, qu'ils peuvent traverser, qui unissent de chaque côté la glande thyroïde à la trachée et au cartilage cricoïde du larynx. Ces rapports doivent être pris en compte lors de la mobilisation ou de l'ablation de la glande thyroïde.

Glandes parathyroïdes

Les glandes parathyroïdes sont deux paires de petites structures ovoïdes, jaunâtres, situées à la face profonde des lobes latéraux de la glande thyroïde. Elles sont appelées glandes parathyroïdes supérieures et inférieures (fig. 8.180). Cependant, leur position est assez variable, et elles peuvent se situer n'importe où entre la bifurcation carotidienne en haut et le médiastin en bas.

Dérivant des troisième (glandes parathyroïdes inférieures) et quatrième (glandes parathyroïdes supérieures) poches endobrachiales, ces structures paires migrent vers leur position finale adulte, et sont nommées en fonction de leur position.

Les artères qui vascularisent les glandes parathyroïdes sont les artères thyroïdiennes inférieures, et le drainage veineux et lymphatique suit celui qui a été décrit pour la glande thyroïde.

En clinique

Glande thyroïde

La glande thyroïde se développe à partir d'une petite région de tissu située près de la base de la langue. Ce tissu descend avec le développement du canal thyréoglosse, depuis le foramen cæcum dans la partie postérieure de la langue et jusqu'au versant antérieur du milieu de l'os hyoïde. Le tissu thyroïdien continue cette migration vers le bas, jusqu'à sa position définitive à la face antérieure de la trachée à la racine du cou.

En conséquence, la migration du tissu thyroïdien peut s'interrompre à n'importe quel niveau le long du trajet descendant embryologique de la glande. Du tissu thyroïdien ectopique est relativement rare. Plus fréquemment, des modifications kystiques peuvent survenir à partir du canal thyréoglosse. Des kystes du canal thyréoglosse se présentent typiquement sous la forme d'une masse en position médiane. L'échographie montre facilement leur nature et leur position, et le traitement est une excision chirurgicale. L'intégralité du conduit doit être excisée, de même qu'une petite partie de la portion antérieure de l'os hyoïde pour prévenir toute récurrence.

En clinique

Thyroïdectomie

Une thyroïdectomie est une technique chirurgicale relativement commune. Dans la majorité des cas, elle correspond à une excision totale ou partielle de la glande thyroïde. Cette technique chirurgicale est habituellement pratiquée pour des pathologies bénignes comme le goitre multinodulaire et en cas de cancer de la thyroïde.

Du fait de la position de la glande thyroïde, il existe des risques de lésion d'autres structures au cours d'une thyroïdectomie, et surtout des glandes parathyroïdes et des nerfs laryngés récurrents (fig. 8.181). Le contrôle des plis vocaux avant et après la chirurgie thyroïdienne car les nerfs laryngés récurrents sont intimement au contact des ligaments qui unissent la glande au larynx et peuvent être lésés au cours de procédures chirurgicales.

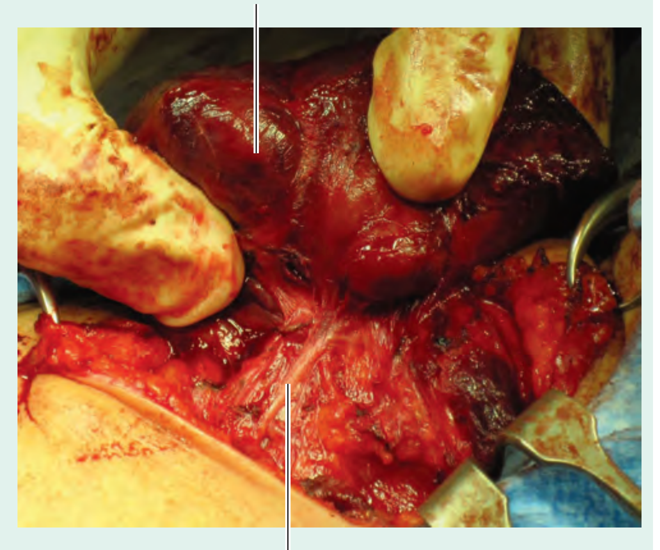


Figure 8.181 Vue chirurgicale du lobe gauche de la thyroïde hypertrophique (goitre) écarté pour montrer le rapport avec le nerf laryngé récurrent.

En clinique

Pathologie de la glande thyroïde

La pathologie de la glande thyroïde est extrêmement complexe. Cette pathologie thyroïdienne doit être évaluée selon deux objectifs. Premièrement, la glande thyroïde peut être globalement ou de manière localisée augmentée de volume, ce qui peut relever de causes multiples. Deuxièmement, la glande thyroïde peut hypo- ou hypersécréter l'hormone thyroxine.

L'une des pathologies les plus fréquentes de la glande thyroïde est le **goitre multinodulaire**, qui est une augmentation de volume diffuse irrégulière de la glande thyroïde avec des zones d'hypertrophie thyroïdienne et la formation de kystes colloïdes. La plupart des patients sont euthyroïdiens (c'est-à-dire qu'ils ont des taux de thyroxine normaux). Le symptôme typique de présentation est la présence d'une masse diffuse du cou, qui peut être traitée médicalement ou qui peut nécessiter une excision chirurgicale si la masse est suffisamment grosse pour gêner la vie du patient ou provoquer des problèmes respiratoires.

Des nodules isolés de la glande thyroïde peuvent être soit un nodule dominant dans un goitre multinodulaire, soit une tumeur isolée de la glande thyroïde. Les tumeurs isolées peuvent ou non sécréter de la thyroxine ; cela dépend de leur morphologie cellulaire. Le traitement est habituellement l'excision.

Des pathologies immunologiques peuvent affecter la glande thyroïde et peuvent stimuler de manière excessive la production de thyroxine. Ces pathologies peuvent être associées à d'autres manifestations extrathyroïdiennes, qui incluent l'exophtalmie, le myxœdème prétibial et des modifications des ongles. Parmi les autres causes de stimulation thyroïdienne diffuse, fig. la thyroïdite. Certaines maladies peuvent causer une atrophie de la glande thyroïde, conduisant à une hyposécrétion de thyroxine **(myxœdème)**.

En clinique

Glandes parathyroïdes ectopiques

Les glandes parathyroïdes se développent à partir de la troisième et de la quatrième poches pharyngiennes et migrent vers leurs positions adultes finales au cours de la croissance. La position des glandes peut être extrêmement variable, certaines sont situées en position haute dans le cou et d'autres dans le thorax (fig. 8.182).

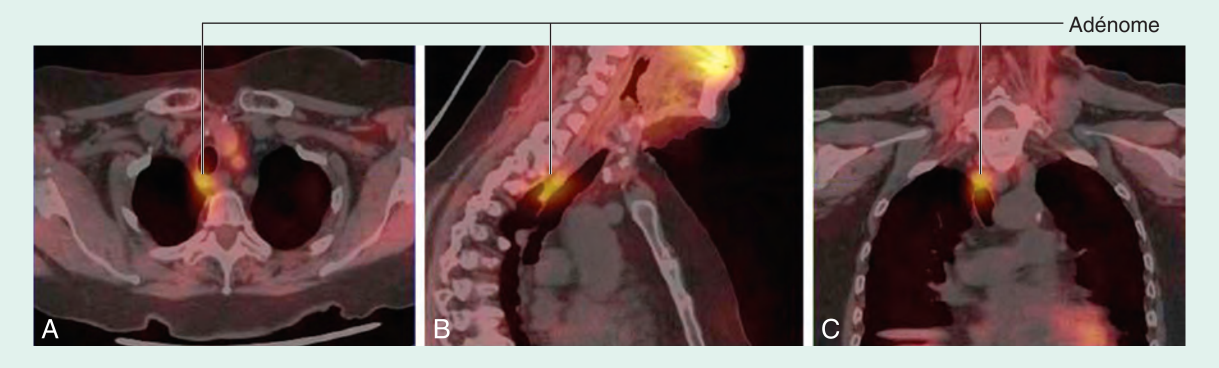


Figure 8.182 Adénome parathyroïdien ectopique dans le médiastin supérieur. Tomographie par émission photonique simple sans contraste (SPECT/CT). **A.** Vue transversale. **B.** Vue sagittale. **C.** Vue coronale.

Localisation des structures dans les différentes régions du triangle antérieur du cou

La localisation régionale des principales structures dans le triangle antérieur du cou est résumée dans le tableau 8.14. Les structures peuvent être identifiées par leur position dans une subdivision spécifique, par leur trajet dans une subdivision spécifique à partir de l'extérieur de la zone, par leur origine dans une subdivision et leur trajet vers une autre subdivision, ou par leur trajet dans plusieurs subdivisions au cours de la traversée de la région.

Tableau 8.14 Subdivisions du triangle antérieur du cou – approche régionale.

Subdivision	Limites	Contenu
Triangle submentonnier (impair)	Symphyse mandibulaire ; ventre antérieur du muscle digastrique ; corps de l'os hyoïde	Nœuds lymphatiques submentaux ; afférences formant la veine jugulaire antérieure
Triangle submandibulaire (pair)	Bord inférieur de la mandibule ; ventre antérieur du muscle digastrique ; ventre postérieur du muscle digastrique	Glande submandibulaire ; nœuds lymphatiques submandibulaires ; nerf hypoglosse (XII) ; nerf du mylohyoïdien ; artère et veine faciales
Triangle carotidien (pair)	Ventre postérieur du muscle digastrique ; ventre supérieur du muscle omohyoïdien ; bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien	Afférences de la veine faciale commune ; rameau cervical du nerf facial (VII) ; artère carotide commune ; artères carotides externe et interne ; artères thyroïdienne supérieure, pharyngienne ascendante, linguale, faciale et occipitale ; veine jugulaire interne ; nerfs vague (X), accessoire (XI) et hypoglosse (XII) ; racines supérieure et inférieure de l'anse cervicale ; nerf cervical transverse
Triangle musculaire (pair)	Ligne médiane du cou ; ventre supérieur du muscle omohyoïdien ; bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien	Muscles sternohyoïdien, omohyoïdien, sternothyroïdien et thyrohyoïdien ; glandes thyroïde et parathyroïdes ; pharynx

Triangle postérieur du cou

Le triangle postérieur du cou est placé à la face latérale du cou en continuité directe avec le membre supérieur (fig. 8.183). Il est limité :

- en avant, par le bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien ;
- en arrière, par le bord antérieur du muscle trapèze ;
- à sa base, par le tiers moyen de la clavicule ;
- à son sommet, par l'os occipital juste en arrière de la partie mastoïdienne où les insertions du trapèze et du sternocléidomastoïdien se réunissent.

Le toit du triangle postérieur est formé par une lame périphérique du fascia cervical qui entoure le muscle sternocléidomastoïdien et le muscle trapèze en croisant cette région.

Le plancher musculaire du triangle postérieur est couvert par la lame prévertébrale du fascia cervical. Il est constitué de haut en bas par le splénius de la tête, l'élévateur de la scapula, et les muscles scalènes postérieur, moyen et antérieur.

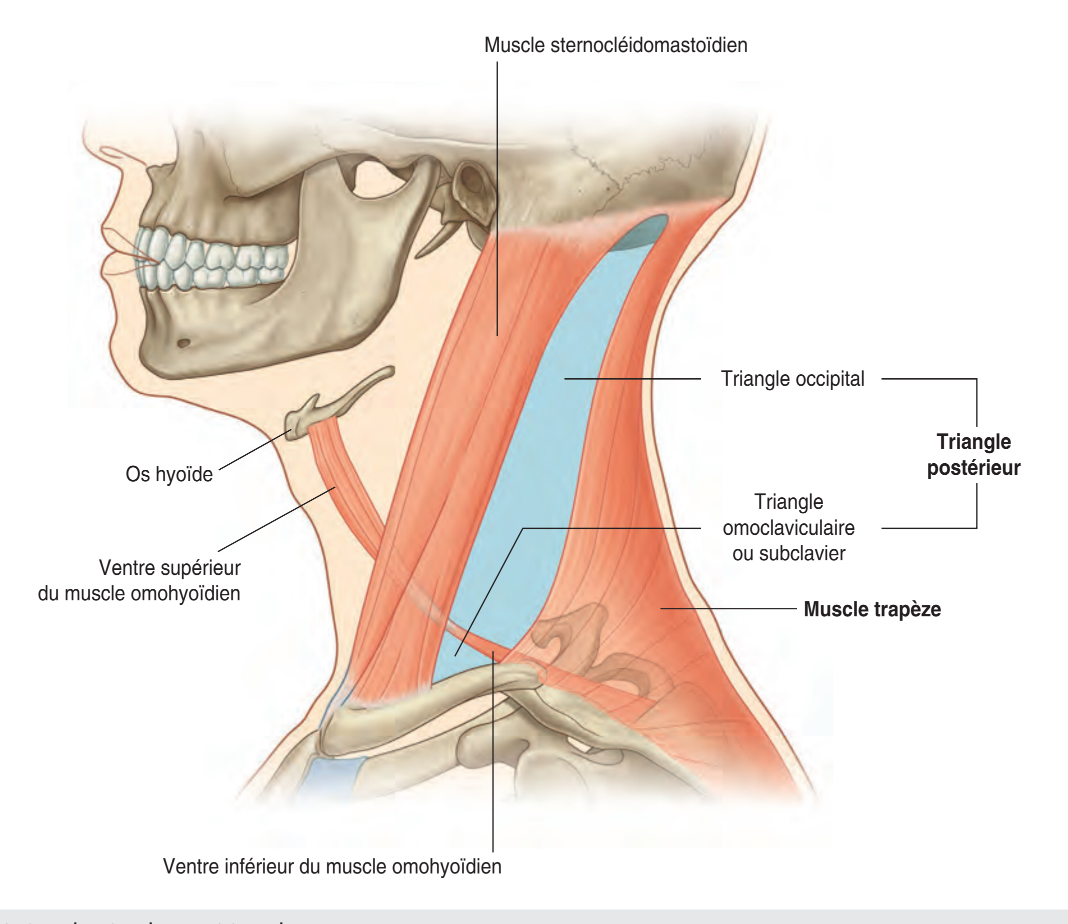


Figure 8.183 Limites du triangle postérieur du cou.

Muscles

De nombreux muscles participent à la formation des limites et du plancher du triangle postérieur du cou (tableau 8.15).

De plus, le **muscle omohyoïdien** croise la partie inférieure du triangle postérieur avant de disparaître sous le muscle sternocléidomastoïdien, et d'émerger dans le triangle antérieur (fig. 8.184). Il est compris dans la lame périphérique du fascia cervical et croise le triangle postérieur de dehors en dedans en direction supérieure. Il naît du bord supérieur de la scapula, juste en dedans de l'incisure scapulaire et peut se terminer sur le bord inférieur du corps de l'os hyoïde. Il présente deux ventres reliés par un tendon intermédiaire, qui s'attache par une sangle fasciale à la clavicule :

- le **ventre supérieur** est dans le triangle antérieur ;
- le **ventre inférieur** croise le triangle postérieur, en le subdivisant en un petit **triangle omoclaviculaire ou subclaviculaire** en bas et un **triangle occipital** plus grand en haut.

Le muscle omohyoïdien est innervé par des rameaux de l'anse cervicale de C1 à C3, et est abaisseur de l'os hyoïde.

Vaisseaux

Veine jugulaire externe

L'une des structures les plus importantes qui passe dans le triangle postérieur du cou est la veine jugulaire externe (fig. 8.185). Cette grosse veine se forme près de l'angle de la mandibule, à l'union de la branche postérieure de la veine rétromandibulaire et de la veine auriculaire postérieure, et descend dans le cou dans le fascia superficiel.

Après avoir croisé le muscle sternocléidomastoïdien, la veine jugulaire externe entre dans le triangle postérieur et continue son trajet descendant vertical.

Tableau 8.15 Muscles associés au triangle postérieur du cou.*

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Sternocléidomastoïdien – chef sternal	Partie supérieure de la face antérieure du manubrium sternal	Moitié latérale de la ligne nuchale supérieure	Nerf accessoire (XI) et rameaux des branches antérieures de C2 et C3	Individuellement – inclinaison de la tête vers l'épaule homolatérale et rotation de la tête controlatérale ; action conjuguée bilatérale – inclinaison antérieure de la tête
Sternocléidomastoïdien – chef claviculaire	Face supérieure du tiers médial de la clavicule	Face latérale du processus mastoïde	Idem	Idem
Trapèze	Ligne nuchale supérieure ; protubérance occipitale externe ; processus épineux des vertèbres CVII à TXII	Tiers latéral de la clavicule ; acromion ; épine de la scapula	Motrice – nerf accessoire (XI) ; proprioceptive – C3 et C4	Participe à la rotation de la scapula au cours de l'abduction de l'humérus au-dessus de l'horizontale ; fibres supérieures– élévation de la scapula ; fibres moyennes – adduction de la scapula ; fibres inférieures – abaissement de la scapula
Splénius de la tête	Moitié inférieure du ligament nuchal ; processus épineux des vertèbres CVII à TIV	Partie mastoïdienne, crâne sous le tiers latéral de la ligne nuchale supérieure	Rameaux postérieurs des nerfs cervicaux moyens	Ensemble, traction de la tête vers l'arrière ; individuellement, traction et rotation de la tête vers le côté homolatéral
Élévateur de la scapula	Processus transverses de CI à CIV	Partie supérieure du bord médial de la scapula	C3, C4 ; et nerf scapulaire dorsal (C4, C5)	Élévateur de la scapula
Scalène postérieur	Tubercules postérieurs des processus transverses des vertèbres CIV à CVI	Bord supérieur de la 2e côte	Rameaux antérieurs de C5 à C7	Élévation de la 2e côte
Scalène moyen	Processus transverses des vertèbres CII à CVII	Bord supérieur de la 1re côte, en arrière du sillon de l'artère subclavière	Rameaux antérieurs de C3 à C7	Élévation de la 1re côte
Scalène antérieur	Tubercules antérieurs des processus transverses des vertèbres CIII à CVI	Tubercule du muscle scalène antérieur et bord supérieur de la 1re côte	Rameaux antérieurs de C4 à C7	Élévation de la 1re côte
Omohyoïdien	Bord supérieur de la scapula en dedans de l'incisure scapulaire	Bord inférieur du corps de l'os hyoïde	Anse cervicale ; rameaux antérieurs de C1 à C3	Abaisseur de l'os hyoïde

*Les parenthèses indiquent une possible participation.



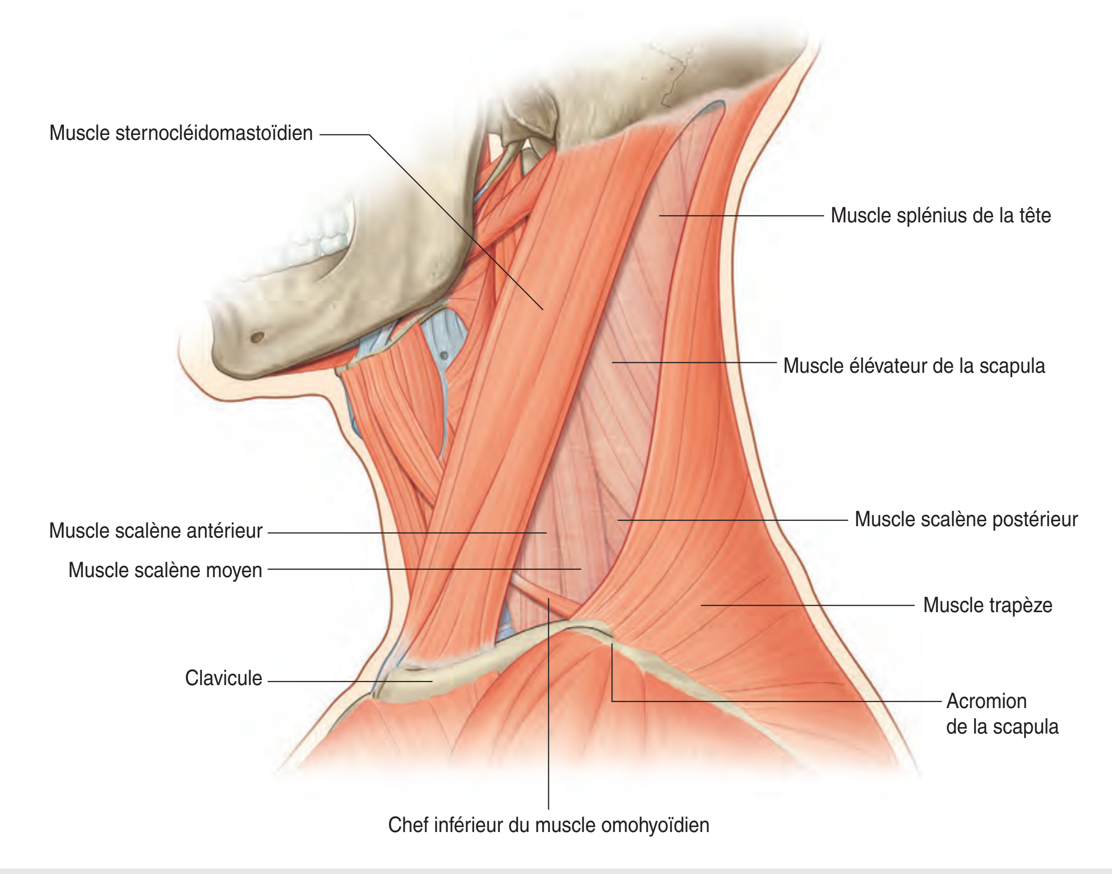


Figure 8.184 Muscles du triangle postérieur du cou.

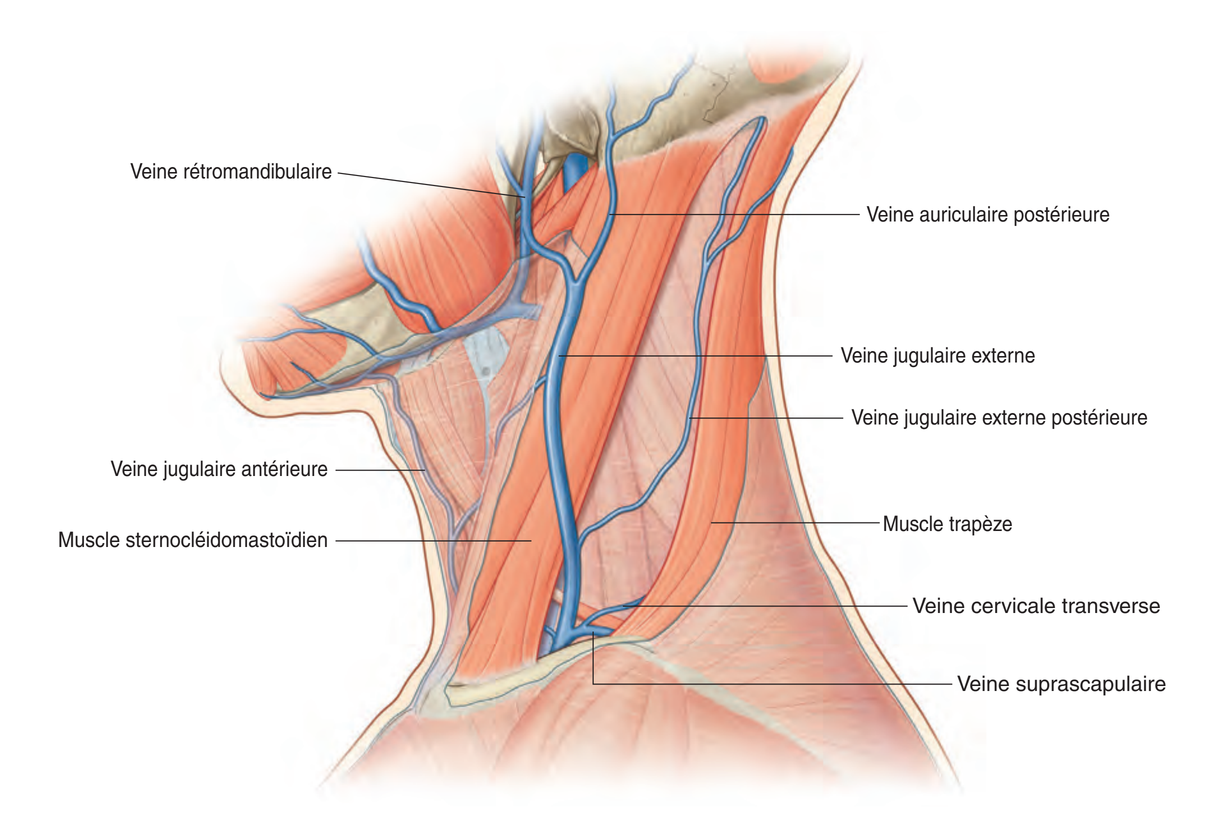


Figure 8.185 Veine jugulaire externe dans le triangle postérieur du cou.

Dans la partie inférieure du triangle postérieur, la veine jugulaire externe perce la lame superficielle du fascia cervical et se termine dans la veine subclavière.

Les veines collatérales afférentes de la veine jugulaire externe, au cours de sa traversée du triangle cervical postérieur, sont les veines cervicale transverse, suprascapulaire et jugulaire antérieure.

L'artère subclavière et ses branches

Plusieurs artères sont présentes dans les limites du triangle postérieur du cou. La plus importante est la troisième portion de l'artère subclavière qui croise la base du triangle postérieur (fig. 8.186).

La **première portion de l'artère subclavière** monte le long du bord médial du muscle scalène antérieur à partir du tronc artériel brachiocéphalique du côté droit ou directement de l'arc aortique du côté gauche. Elle donne de nombreuses branches.

La **deuxième portion de l'artère subclavière** se dirige latéralement entre les muscles scalènes antérieur et moyen, et peut donner une branche.

La **troisième portion de l'artère subclavière** émerge entre les tendons des muscles scalènes antérieur et moyen pour croiser la base du triangle postérieur (fig. 8.186). Elle s'étend du bord latéral du tendon du muscle scalène antérieur jusqu'au bord latéral de la 1re côte où elle devient l'**artère axillaire** qui continue dans le membre supérieur.

Une branche unique peut naître de la troisième portion de l'artère subclavière (l'**artère scapulaire dorsale**). Cette branche se dirige en arrière et en dehors pour rejoindre l'angle supérieur de la scapula puis descend le long du bord médial de la scapula en arrière des muscles rhomboïdes.

Artères cervicale transverse et suprascapulaire

Deux autres petites artères croisent la base du triangle postérieur. Ce sont les artères cervicale transverse et suprascapulaire (fig. 8.186). Elles sont toutes les deux des

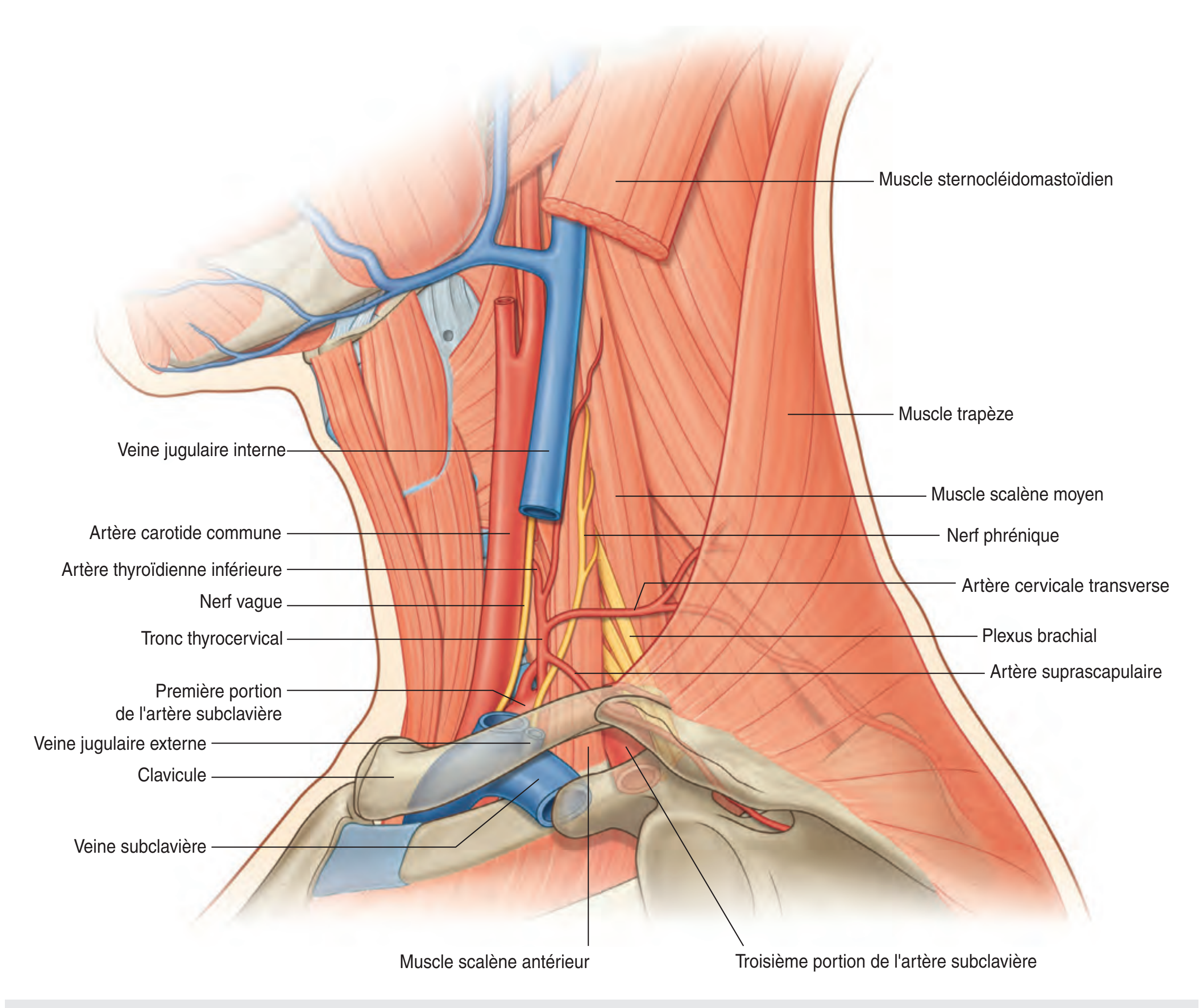


Figure 8.186 Artères dans le triangle postérieur du cou.



branches du tronc thyrocervical, qui naît de la première portion de l'artère subclavière.

Après son origine sur le tronc thyrocervical, l'**artère cervicale transverse** se dirige latéralement et légèrement en arrière à travers la base du triangle postérieur en avant du muscle scalène antérieur et du plexus brachial. En atteignant la face profonde du muscle trapèze, elle se divise en branches superficielle et profonde :

- la **branche superficielle** continue à la face profonde du muscle trapèze ;
- la **branche profonde** continue à la face profonde des muscles rhomboïdes près du bord médial de la scapula.

L'**artère suprascapulaire** est aussi une branche du tronc thyrocervical. Elle se dirige latéralement en direction légèrement inférieure à travers la partie inférieure du triangle postérieur, et se termine en arrière de la clavicule (fig. 8.186). En approchant de la scapula, elle passe au-dessus du ligament scapulaire transverse supérieur et se divise en branches destinées aux muscles de la face dorsale de la scapula.

Veines

Les veines accompagnent les artères décrites précédemment.

La **veine subclavière** est en continuité avec la veine axillaire et commence au bord latéral de la 1re côte. Alors qu'elle croise la base du triangle postérieur, elle reçoit l'abouchement de la veine jugulaire externe, et parfois les veines suprascapulaire et cervicale transverse (fig. 8.185). Elle se termine en s'unissant à la veine jugulaire interne pour former la veine brachiocéphalique près de l'articulation sternoclaviculaire. Dans le triangle postérieur, elle est en avant et légèrement en dessous de l'artère subclavière, et passe en avant du muscle scalène antérieur.

Les veines cervicale transverse et suprascapulaire cheminent avec leurs artères correspondantes. Ces veines vont s'aboucher soit dans la veine jugulaire externe, soit dans la partie initiale de la veine subclavière.

Nerfs

Plusieurs nerfs passent à travers ou dans le triangle postérieur. Ce sont le nerf accessoire (XI), des rameaux du plexus cervical, les troncs qui vont constituer le plexus brachial, et des rameaux du plexus brachial.

Nerf accessoire

Le nerf accessoire (XI) sort de la cavité crânienne par le foramen jugulaire. Il descend dans le cou en direction postérieure, pour rejoindre le bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien. Il passe ensuite soit à la face profonde, soit à travers le muscle sternocléidomastoïdien qu'il innerve.

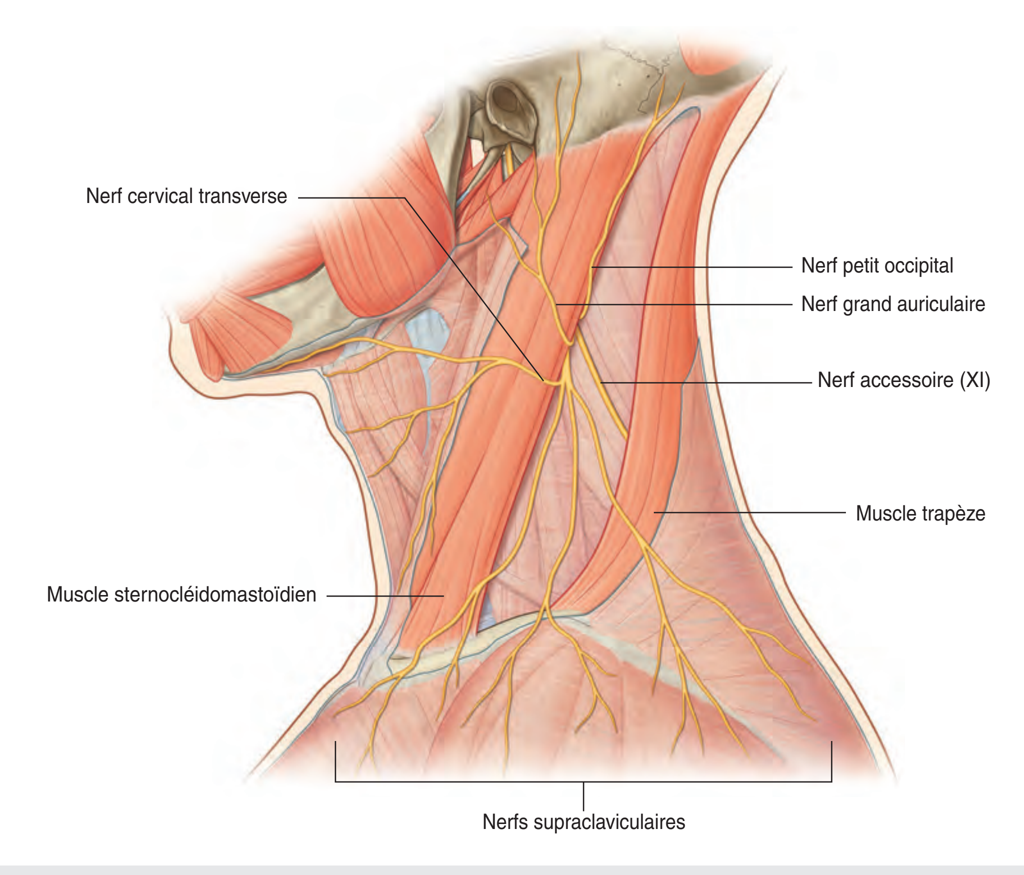


Figure 8.187 Nerf accessoire et rameaux cutanés du plexus cervical.

Le nerf accessoire (XI) descend et entre ensuite dans le triangle postérieur (fig. 8.187). Il croise le triangle postérieur, toujours en direction oblique inférieure, dans la lame superficielle du fascia cervical tendu entre les muscles sternocléidomastoïdien et trapèze. En arrivant au bord antérieur du trapèze, le nerf accessoire (XI) continue à la face profonde du trapèze qu'il innerve. La localisation superficielle du nerf accessoire lors de sa traversée du triangle postérieur l'expose à des lésions traumatiques.

Plexus cervical

Le plexus cervical est formé par les rameaux antérieurs des nerfs spinaux C2 à C4 (fig. 8.188).

Le plexus cervical se forme dans l'épaisseur des muscles qui constituent le plancher du triangle postérieur dans la lame prévertébrale du fascia cervical, et il est constitué par :

- des rameaux musculaires (ou profonds) ;
- des rameaux cutanés (ou superficiels).

Des rameaux cutanés sont visibles dans le triangle postérieur, émergeant sous le bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien (fig. 8.187).

Rameaux musculaires

Les rameaux musculaires (profonds) du plexus cervical sont destinés à plusieurs groupes de muscles. Le **nerf phrénique** est un rameau essentiel qui assure l'innervation sensitive et motrice du muscle diaphragme (fig. 8.188). Il naît des rameaux antérieurs de C3 à C5. Après avoir contourné le bord latéral du muscle scalène antérieur, le nerf descend en croisant la face antérieure du muscle scalène antérieur dans le fascia prévertébral pour entrer dans le thorax (fig. 8.189). Au cours de son trajet descendant dans le cou, le nerf phrénique est plaqué contre le muscle scalène antérieur par les artères cervicale transverse et suprascapulaire.

Plusieurs rameaux musculaires du plexus cervical innervent les muscles prévertébraux et latérovertébraux, qui comprennent le droit antérieur de la tête, le droit latéral de la tête, le long du cou et le long de la tête (fig. 8.189 et tableau 8.16).

Le plexus cervical contribue aussi à la formation des racines supérieure et inférieure de l'anse cervicale (fig. 8.188). Cette boucle de nerfs reçoit la contribution des rameaux antérieurs des nerfs cervicaux C1 à C3, et innerve les muscles infrahyoïdiens.

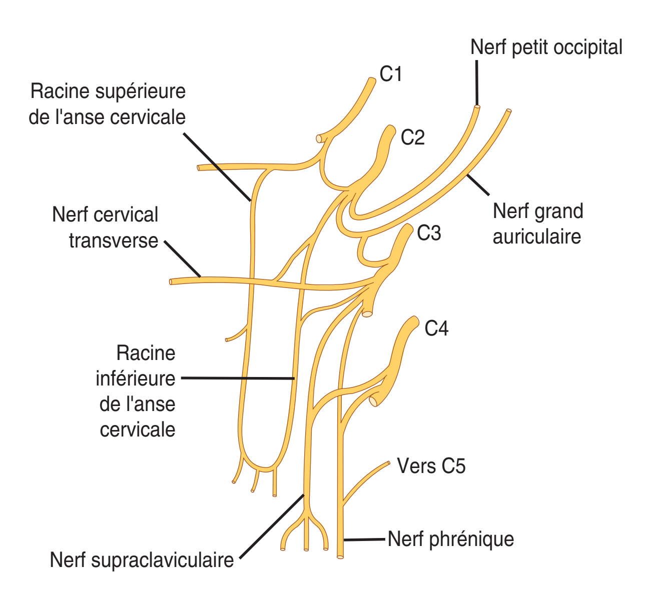


Figure 8.188 Plexus cervical.



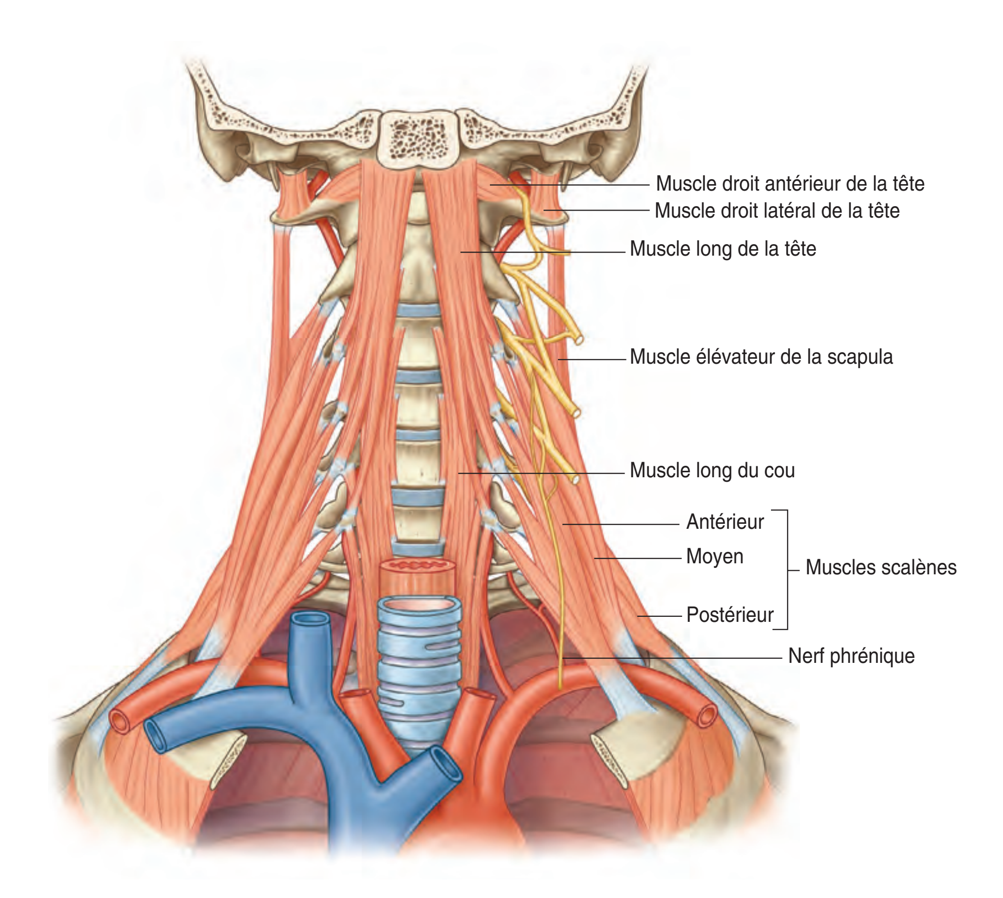


Figure 8.189 Muscles prévertébraux et latérovertébraux innervés par le plexus cervical.

Tableau 8.16 Muscles prévertébraux et latéraux.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Droit antérieur de la tête	Face antérieure des masses latérales de l'atlas et de ses processus transverses	Face inférieure de la portion basilaire de l'os occipital	Branches des rameaux antérieurs de C1, C2	Flexion antérieure de la tête dans l'articulation atlanto-occipitale
Droit latéral de la tête	Face antérieure des processus transverses de l'atlas	Face inférieure du processus jugulaire de l'os occipital	Branches des rameaux antérieurs de C1, C2	Inclinaison homolatérale de la tête
Long du cou – Partie supérieure et latérale (oblique supérieure)	Tubercules antérieurs des processus transverses des vertèbres CIII à CV	Tubercule de l'arc antérieur de l'atlas	Branches des rameaux antérieurs de C2 à C6	Flexion antérieure et latérale de la tête, et légère rotation controlatérale
– Partie inférieure et latérale (oblique inférieure)	Face antérieure des corps des vertèbres TI, TII et, parfois, TIII	Tubercules antérieurs des processus transverses des vertèbres CII à CVI		
– Partie longitudinale (verticale)	Face antérieure des corps des vertèbres TI à TIII et CV à CVII	Face antérieure des corps des vertèbres CII à CIV		
Long de la tête	Faisceaux tendineux sur les processus transverses CIII à CVI	Face inférieure de la partie basilaire de l'os occipital	Branches des rameaux antérieurs de C1 à C3	Flexion de la tête

Rameaux cutanés

Des rameaux cutanés (superficiels) du plexus cervical sont visibles dans le triangle postérieur lorsqu'ils passent en dehors du bord supérieur du muscle sternocléidomastoïdien (fig. 8.187 et fig. 8.188).

- Le **nerf petit occipital** est formé de fibres du nerf C2 (fig. 8.188), monte le long du bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien, et innerve la peau et le scalp en arrière de l'auricule.
- Le **nerf grand auriculaire** est formé de rameaux des nerfs C2 et C3, émerge derrière le bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien, et monte en croisant le muscle jusqu'à la base de l'auricule, pour innerver la peau de la région parotidienne, l'auricule et la région mastoïdienne.
- Le **nerf cervical transverse** est formé de rameaux issus des nerfs cervicaux C2 et C3, passe autour de la partie moyenne du muscle sternocléidomastoïdien, et continue en croisant le muscle horizontalement pour innerver les parties latérale et antérieure du cou.
- Les **nerfs supraclaviculaires** constituent un groupe de nerfs cutanés issus des nerfs C3 et C4 qui, après avoir émergé derrière le bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien, descendent et innervent la peau en regard de la clavicule et de l'épaule jusqu'au niveau de la 2e côte.

Plexus brachial

Le plexus brachial est constitué par les rameaux antérieurs des nerfs spinaux C5 à C8 et du premier nerf thoracique. Les faisceaux issus de chacun de ces nerfs, qui se trouvent entre les muscles scalènes antérieur et moyen, sont les **racines** du plexus brachial. Lorsque ces racines émergent entre ces muscles, elles forment la configuration suivante du plexus brachial (les **troncs**) :

- les rameaux antérieurs de C5 et C6 forment le tronc supérieur ;
- le rameau antérieur de C7 forme le tronc moyen ;
- les rameaux antérieurs de C8 et T1 forment le tronc inférieur.

Les troncs croisent la base du triangle postérieur (voir fig. 8.186). Plusieurs nerfs collatéraux du plexus brachial peuvent être visibles dans le triangle postérieur (voir fig. 7.54). Ce sont :

- le **nerf scapulaire dorsal** pour les muscles rhomboïdes ;
- le **nerf thoracique long** pour le muscle dentelé antérieur (serratus) ;
- le nerf du muscle subclavier ;
- le **nerf suprascapulaire** pour les muscles supraépineux et infraépineux.

Racine du cou

La racine du cou (fig. 8.190) est la région située immédiatement au-dessus de l'ouverture supérieure du thorax et du défilé axillaire. Elle est limitée par :

- le bord supérieur du manubrium sternal et le bord antérieur de la clavicule en avant ;
- la partie supérieure de la vertèbre thoracique TI et le bord supérieur de la scapula jusqu'au processus coracoïde.

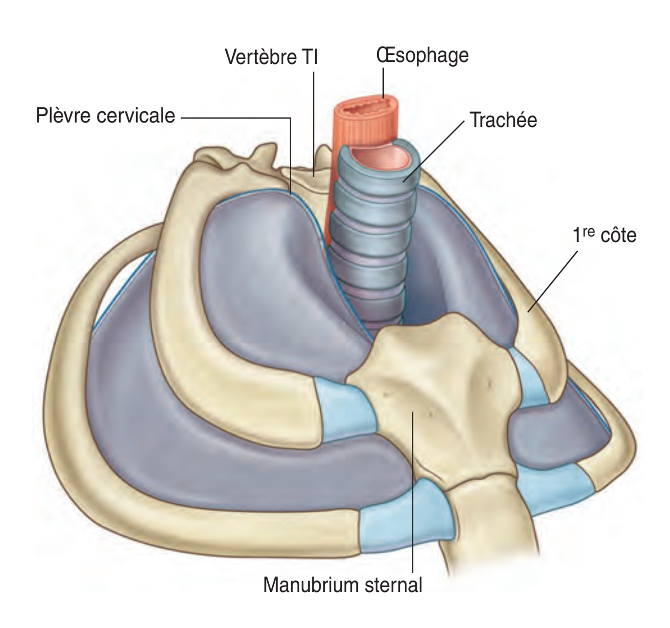


Figure 8.190 Racine du cou.

Elle contient des structures qui passent du cou vers le thorax et le membre supérieur. Il existe aussi un prolongement de la cavité thoracique dans la racine du cou (fig. 8.190). Elle est formée par la projection vers le haut de la cavité pleurale, des deux côtés, et comprend la partie cervicale de la plèvre pariétale (dôme pleural) et la partie apicale du lobe supérieur de chaque poumon.

En avant, la cavité pleurale s'étend au-dessus du bord supérieur du manubrium sternal et du bord supérieur de la 1re côte, alors qu'en arrière, du fait de l'inclinaison oblique vers le bas de l'ouverture supérieure du thorax, la cavité pleurale reste sous le sommet de la vertèbre TI.

Vaisseaux

Artères subclavières

Les artères subclavières de chaque côté font une arche à la sortie du thorax pour entrer dans la racine du cou (fig. 8.191).

L'**artère subclavière droite** débute en arrière de l'articulation sternoclaviculaire, où elle constitue l'une des deux branches terminales du tronc brachiocéphalique. Elle forme une arche vers le haut et en dehors pour passer en avant de l'extension de la cavité pleurale dans la racine du cou et en arrière du muscle scalène antérieur. En continuant latéralement en croisant le bord supérieur de la 1re côte, elle devient l'**artère axillaire**.

L'**artère subclavière gauche** naît plus bas dans le thorax par rapport à l'artère subclavière droite, et constitue une branche directe de l'arc aortique. En cheminant derrière l'artère carotide commune gauche et en dehors de la trachée, elle monte et fait une arche latéralement, pour passer en avant de l'extension de la cavité pleurale et en arrière du muscle scalène antérieur. Elle continue latéralement au-dessus de la 1re côte, et devient l'artère axillaire en croisant le bord latéral de la 1re côte.

Figure 8.191 Vascularisation de la racine du cou.

Les deux artères subclavières sont divisées en trois parties par le muscle scalène antérieur (fig. 8.191) :

- la première partie s'étend de l'origine de l'artère jusqu'au muscle scalène antérieur ;
- la deuxième partie est la portion de l'artère située en arrière du muscle scalène antérieur ;
- la troisième partie est la portion située latéralement par rapport au muscle scalène antérieur, avant que l'artère n'atteigne le bord latéral de la 1re côte.

Toutes les branches des artères subclavières droite et gauche naissent de la première partie de l'artère, à l'exception d'une branche (le tronc costocervical) du côté droit (fig. 8.191). Ces branches sont l'artère vertébrale, le tronc thyrocervical, l'artère thoracique interne et le tronc costocervical.

Artère vertébrale

L'**artère vertébrale** est la première branche de l'artère subclavière à son entrée dans la racine du cou (fig. 8.191). Cette branche importante, qui naît de la première partie de l'artère subclavière en dedans du muscle scalène antérieur, monte et entre dans le foramen du processus transverse de la vertèbre CVI. En continuant son trajet vers le haut, l'artère vertébrale passe à travers les foramens transversaires des vertèbres CV à CI. Au bord supérieur de la vertèbre CI, l'artère tourne en dedans et croise l'arc postérieur de la vertèbre CI. À partir de ce point, l'artère passe dans le foramen magnum pour entrer dans la fosse crânienne postérieure.

Tronc thyrocervical

La deuxième branche de l'artère subclavière est le **tronc thyrocervical** (fig. 8.191). Elle naît de la première partie de l'artère subclavière en dedans du muscle scalène antérieur, et se divise en trois branches : les artères thyroïdienne inférieure, cervicale transverse et suprascapulaire.

Artère thyroïdienne inférieure. L'**artère thyroïdienne inférieure** (fig. 8.191) est le prolongement supérieur du tronc thyrocervical. Elle monte en avant du muscle scalène antérieur, puis tourne en dedans, en croisant en arrière la gaine carotidienne et son contenu, et en avant de l'artère vertébrale. Elle irrigue la glande thyroïde qu'elle atteint par sa face postérieure.

Lors de son inflexion en dedans, elle donne une branche importante (l'**artère cervicale ascendante**), qui continue à monter à la face antérieure des muscles prévertébraux, en vascularisant ces muscles et en donnant des branches pour la moelle spinale.

Artère cervicale transverse. La branche moyenne du tronc thyrocervical est l'**artère cervicale transverse** (fig. 8.191). Cette branche passe en dehors, en croisant la face antérieure du muscle scalène antérieur et le nerf phrénique, et entre en la traversant dans la base du triangle postérieur du cou. Elle continue à la face postérieure du muscle trapèze, où elle se divise en branches superficielle et profonde :

- la **branche superficielle** continue à la face profonde du muscle trapèze ;
- la **branche profonde** continue à la face profonde des muscles rhomboïdes près du bord médial de la scapula.

Artère suprascapulaire. La branche inférieure du tronc thyrocervical est l'**artère suprascapulaire** (fig. 8.191). Cette branche se dirige en dehors, en croisant en avant le muscle scalène antérieur, le nerf phrénique, la troisième partie de l'artère subclavière et les troncs du plexus brachial. Au bord supérieur de la scapula, elle passe au-dessus du ligament scapulaire transverse et entre dans la fosse supraépineuse.

Artère thoracique interne

La troisième branche de l'artère subclavière est l'**artère thoracique interne** (fig. 8.191). Cette artère naît du bord inférieur de l'artère subclavière et descend.

Elle passe en arrière de la clavicule et des grandes veines de la région, et en avant de la cavité pleurale. Elle entre dans la cavité thoracique en arrière des côtes et en avant du muscle thoracique transverse, et continue vers le bas en donnant de nombreuses branches.

Tronc costocervical

La branche finale de l'artère subclavière dans la racine du cou est le **tronc costocervical** (fig. 8.191). Elle naît dans une position différente en fonction du côté :

- à gauche, elle naît de la première partie de l'artère subclavière, juste en dedans du muscle scalène antérieur ;
- à droite, elle naît de la deuxième partie de l'artère subclavière.

Des deux côtés, le tronc costocervical monte et se dirige en arrière au-dessus du dôme de la cavité pleurale, et continue en direction postérieure derrière le muscle scalène antérieur. Il se divise en deux branches, les artères cervicale profonde et intercostale suprême :

- l'**artère cervicale profonde** monte dans la partie postérieure du cou, et s'anastomose avec la branche descendante de l'artère occipitale ;
- l'**artère intercostale suprême** descend en avant de la 1re côte et se divise pour former les artères intercostales postérieures pour les deux premiers espaces intercostaux.

Veines

De nombreuses veines traversent la racine du cou. De petites veines accompagnent chacune des artères décrites précédemment, et des grandes veines forment les voies de drainage.

Les **veines subclavières** commencent au bord latéral de la 1re côte, faisant suite aux **veines axillaires**. En se dirigeant en dedans de chaque côté, juste en avant des muscles scalènes antérieurs, chaque veine subclavière est rejointe par la veine jugulaire interne pour former les veines brachiocéphaliques.

La seule afférence collatérale de chaque veine subclavière est une veine jugulaire externe.

Les veines qui accompagnent les nombreuses artères de la région se drainent dans d'autres veines.

Nerfs

Plusieurs nerfs et composants du système nerveux passent par la racine du cou.

Nerfs phréniques

Les nerfs phréniques sont des rameaux du plexus cervical et sont formés de chaque côté à partir des rameaux antérieurs des nerfs cervicaux C3 à C5. Le nerf phrénique contourne la partie supérieure du bord latéral du muscle scalène antérieur, puis descend en croisant la face antérieure de chaque muscle scalène antérieur dans la lame prévertébrale du fascia cervical (fig. 8.192). En s'écartant de la partie inférieure de chaque muscle scalène antérieur, le nerf phrénique passe entre l'artère et la veine subclavières pour entrer dans le thorax et continuer jusqu'au diaphragme.

Figure 8.192 Nerfs dans la racine du cou (vue latérale gauche).

Nerfs vagues (X)

Les nerfs vagues (X) descendent dans le cou à l'intérieur de la gaine carotidienne, en arrière entre l'artère carotide commune et la veine jugulaire interne.

Dans la partie inférieure du cou, les nerfs vagues (X) donnent les rameaux cardiaques, qui continuent vers le bas et en dedans, en passant derrière les artères subclavières pour disparaître dans le thorax.

Dans la racine du cou, chaque nerf vague (X) passe en avant de l'artère subclavière et en arrière de la veine subclavière à son entrée dans le thorax (fig. 8.192).

Nerfs laryngés récurrents

Les nerfs laryngés récurrents droit et gauche sont visibles dans la racine du cou à leur origine (nerf laryngé récurrent droit) ou le long de leur trajet (nerf laryngé récurrent gauche).

Le **nerf laryngé récurrent droit** est un rameau du nerf vague droit (X) qui naît sur le versant inférieur de la première partie de l'artère subclavière droite dans la racine du cou. Il s'enroule autour de l'artère subclavière droite puis chemine en haut et en dedans dans le sillon situé entre la trachée et l'œsophage, en se dirigeant vers le larynx.

Le **nerf laryngé récurrent gauche** est un rameau qui naît du nerf vague gauche (X) lorsque celui-ci croise l'arc aortique dans le médiastin supérieur. Il passe sous puis derrière l'arc aortique et monte entre la trachée et l'œsophage (fig. 8.192).

Système nerveux sympathique

De nombreux composants du système nerveux sympathique sont visibles au cours de leur passage dans la racine du cou (fig. 8.193). Ce sont :

- la partie cervicale du tronc sympathique ;
- les ganglions associés à la partie cervicale du tronc sympathique ;
- les nerfs cardiaques qui naissent de la partie cervicale du tronc sympathique.

Les troncs sympathiques sont deux chaînes parallèles qui s'étendent depuis la base du crâne jusqu'au coccyx. Le long de leur trajet, ils sont renforcés par des ganglions, qui regroupent des corps cellulaires de neurones en dehors du système nerveux central.

En clinique

Paralysie du nerf laryngé récurrent

La lésion d'un nerf laryngé récurrent, droit ou gauche, peut provoquer initialement une voix rauque et finalement une impossibilité de parler. La paralysie du nerf laryngé récurrent peut faire suite à une interruption de continuité du nerf tout au long de son trajet. En outre, l'interruption des nerfs vagues avant la division des nerfs laryngés récurrents peut aussi provoquer les signes vocaux.

Un cancer de l'apex du poumon droit peut affecter le nerf laryngé récurrent, tandis que des cancers qui infiltrent l'espace entre l'artère pulmonaire et l'aorte, espace nommé en clinique « fenêtre aortopulmonaire », peuvent affecter le nerf laryngé récurrent gauche. La chirurgie thyroïdienne peut aussi léser les nerfs laryngés récurrents.

Figure 8.193 Composants du système nerveux sympathique dans la racine du cou.

Partie cervicale du tronc sympathique

La **partie cervicale du tronc sympathique** est antérieure par rapport aux muscles long du cou et long de la tête, et postérieure par rapport à l'artère carotide commune dans la gaine carotidienne, et à l'artère carotide interne. Elle est connectée à chaque nerf spinal cervical par un rameau communicant gris (fig. 8.194). Il n'y a pas de rameaux communicants blancs dans la région cervicale.

Ganglions

Trois ganglions sont habituellement décrits le long du trajet du tronc sympathique dans la région cervicale, et les fibres sympathiques préganglionnaires ascendantes issues de la moelle spinale thoracique supérieure font synapse avec les fibres sympathiques postganglionnaires. Les fibres sympathiques postganglionnaires sont réparties en rameaux issus de ces ganglions.

Ganglion cervical supérieur. Un volumineux **ganglion cervical supérieur**, situé dans l'aire des vertèbres cervicales CI à CII, marque la limite supérieure du tronc sympathique (fig. 8.193 et fig. 8.194). Ses rameaux se dirigent vers :

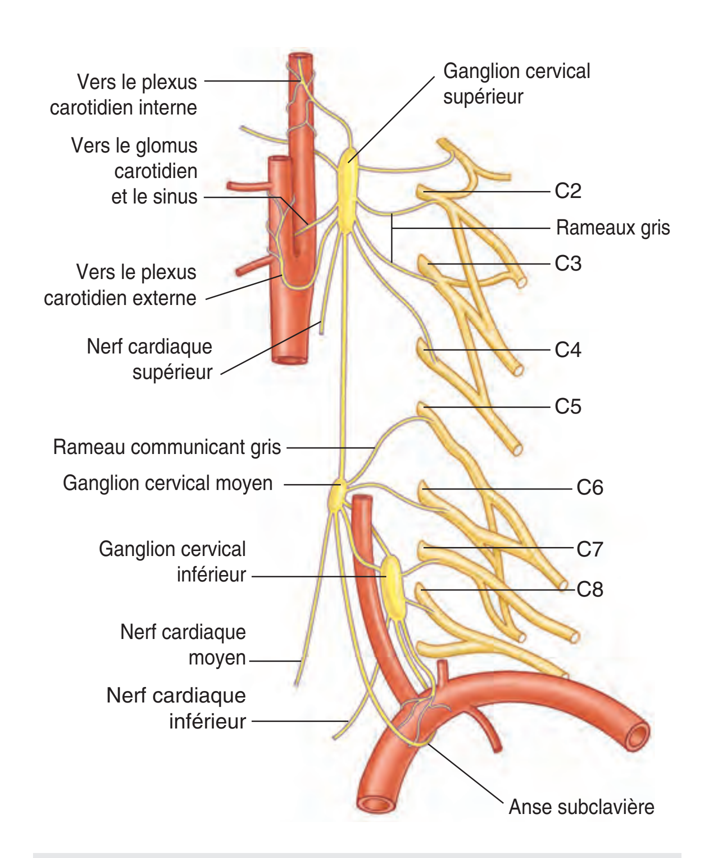


Figure 8.194 Partie cervicale du tronc sympathique.

- les artères carotides interne et externe, en formant des plexus autour de ces vaisseaux ;
- les nerfs spinaux C1 à C4 par l'intermédiaire de rameaux communicants gris ;
- le pharynx ;
- le cœur par les **nerfs cardiaques supérieurs**.

Ganglion cervical moyen. Un deuxième ganglion situé sous le ganglion cervical supérieur le long du trajet du tronc sympathique (le **ganglion cervical moyen**) est rencontré au niveau de la vertèbre cervicale CVI (voir fig. 8.193 et fig. 8.194). Les rameaux issus de ce ganglion se dirigent vers :

- les nerfs spinaux cervicaux C5 et C6 (par des rameaux communicants gris) ;
- le cœur par les **nerfs cardiaques moyens**.

Ganglion cervical inférieur. À la portion inférieure de la partie cervicale du tronc sympathique se situe un autre ganglion (le ganglion cervical inférieur), qui devient très volumineux lorsqu'il se mélange avec le premier ganglion thoracique et forme le **ganglion cervicothoracique** (**ganglion stellaire**). Le ganglion cervical inférieur (voir fig. 8.193 et fig. 8.194) est situé en avant du col de la 1re côte et du processus transverse des vertèbres cervicales CVII, et en arrière de la première partie de l'artère subclavière et de l'origine de l'artère vertébrale.

Les rameaux issus de ce ganglion se dirigent vers :

- les nerfs spinaux C7 à T1 par les rameaux communicants gris ;
- l'artère vertébrale, en formant un plexus associé à ce vaisseau ;
- le cœur par les **nerfs cardiaques inférieurs**.

Ce ganglion peut aussi recevoir des rameaux communicants blancs qui proviennent du nerf thoracique spinal T1 et, parfois, de T2.

Lymphatiques

Conduit thoracique

Le **conduit thoracique** est le plus important canal lymphatique, débute dans l'abdomen, se dirige en haut à travers le thorax, et se termine dans les veines du cou. Il traverse la partie inférieure de la cavité thoracique sur la ligne moyenne, et est accompagné par :

- l'aorte thoracique à gauche ;
- la veine azygos à droite ;
- l'œsophage en avant.

Au niveau de la vertèbre thoracique TV, le conduit thoracique oblique à gauche et continue à monter jusqu'au flanc gauche de l'œsophage. Il chemine à travers le médiastin supérieur et entre dans la racine du cou à gauche de l'œsophage (fig. 8.195). En s'incurvant latéralement, il passe en arrière de la gaine carotidienne et tourne vers le bas en avant du tronc thyrocervical gauche, du nerf phrénique gauche et de l'artère vertébrale gauche.

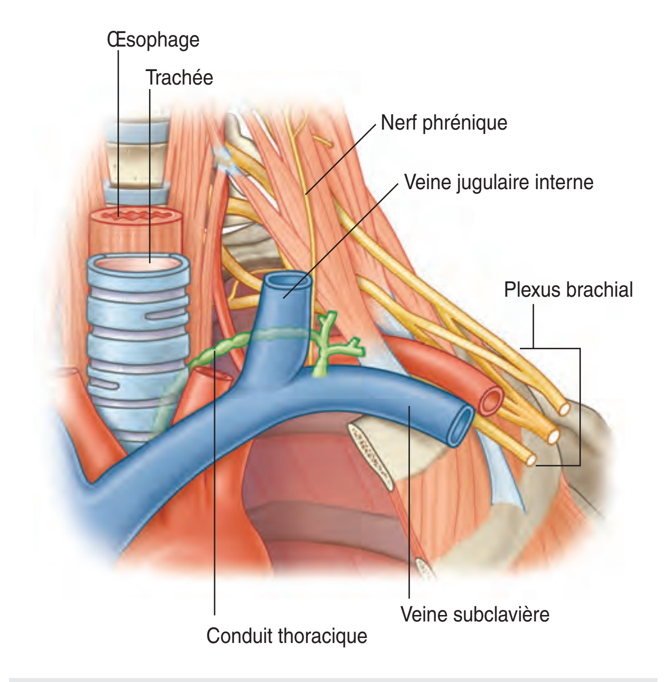


Figure 8.195 Conduit thoracique dans la racine du cou (vue antérieure gauche).

Le conduit thoracique se termine en s'abouchant dans la confluence entre la veine jugulaire interne gauche et la veine subclavière gauche (fig. 8.195). Près de cette jonction avec le système veineux, il reçoit :

- le **tronc jugulaire gauche**, qui draine le liquide lymphatique du côté gauche de la tête et du cou ;
- le **tronc subclavier gauche**, qui draine la lymphe du membre supérieur gauche ;
- parfois, le **tronc bronchomédiastinal gauche**, qui draine la lymphe des structures de l'hémithorax gauche (fig. 8.196).

Une disposition similaire des trois troncs lymphatiques est observée du côté droit du corps. Les troncs qui s'abouchent à la confluence des veines jugulaire interne droite et subclavière droite sont :

- le **tronc jugulaire droit**, de la tête et du cou ;
- le **tronc subclavier droit**, du membre supérieur droit ;
- parfois, le **tronc bronchomédiastinal droit**, qui draine la lymphe des structures de la moitié supérieure de la cavité thoracique et des espaces intercostaux droits supérieurs (fig. 8.196).

Il existe une variabilité dans le mode d'abouchement de ces troncs dans les veines. Ils peuvent s'aboucher dans le système veineux en se réunissant en un conduit lymphatique unique, ou par trois troncs séparés.

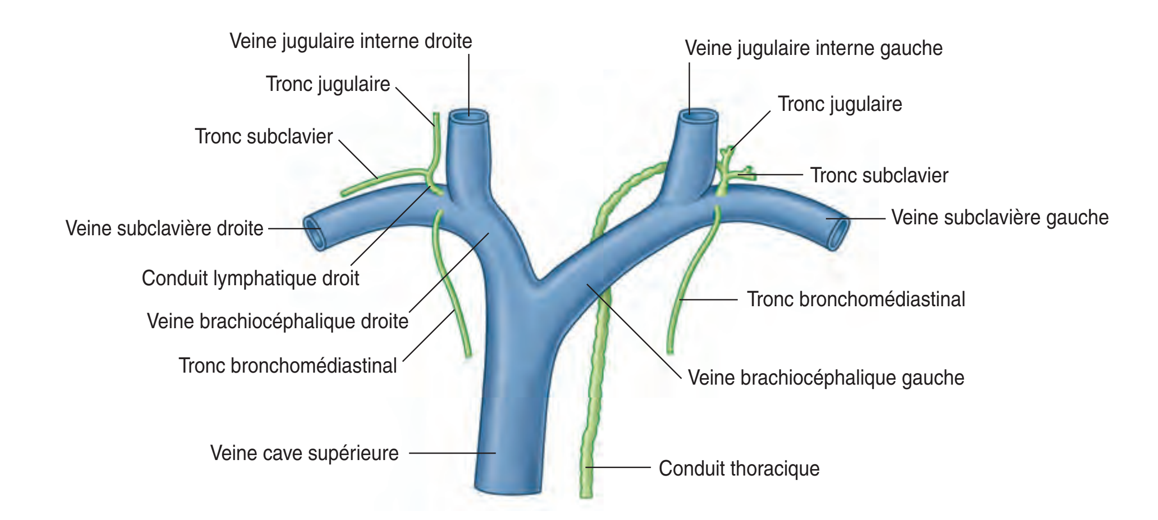


Figure 8.196 Terminaison des troncs lymphatiques dans la racine du cou.

Lymphatiques du cou

La description de l'organisation du système lymphatique dans le cou est la synthèse de l'organisation des systèmes lymphatiques de la tête et du cou. Il est impossible de séparer les deux régions. Les composants de ce système comprennent les nœuds superficiels autour de la tête, les nœuds cervicaux superficiels le long de la veine jugulaire externe, et les nœuds cervicaux profonds qui forment une chaîne le long de la veine jugulaire interne (fig. 8.197).

La structure de base du drainage concerne les vaisseaux lymphatiques qui drainent les nœuds superficiels. Certains de ces vaisseaux se drainent vers les nœuds superficiels sur leur trajet vers les nœuds cervicaux profonds, et d'autres se drainent directement vers les nœuds cervicaux profonds.

Nœuds lymphatiques superficiels

Cinq groupes de nœuds lymphatiques superficiels forment un anneau autour de la tête et sont principalement responsables du drainage lymphatique de la face et du scalp. Leur

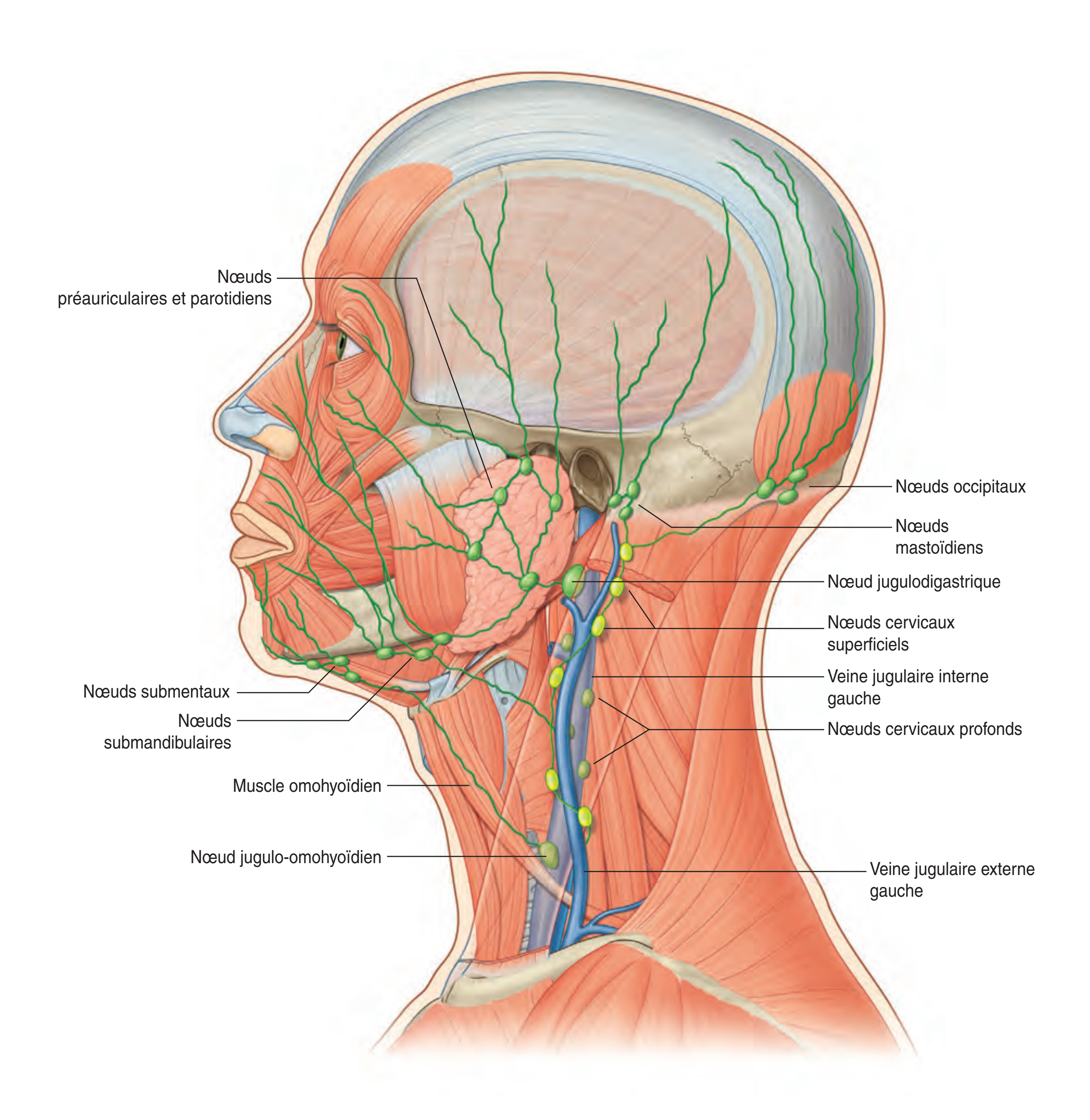


Figure 8.197 Système lymphatique dans le cou (vue latérale gauche).

organisation de drainage est très proche du territoire de vascularisation des artères voisines.

D'arrière en avant, ces groupes sont (fig. 8.197) :

- les **nœuds occipitaux**, près de l'insertion du muscle trapèze sur le crâne, associés à l'artère occipitale – drainage lymphatique du scalp postérieur et du cou ;
- les **nœuds mastoïdiens** (**nœuds rétroauriculaires/auriculaires postérieurs**) situés en arrière de l'auricule près de l'insertion du muscle sternocléidomastoïdien et associé à l'artère auriculaire postérieure – drainage lymphatique de la moitié postérolatérale du scalp ;
- les **nœuds préauriculaires et parotidiens**, en avant de l'auricule, et associés aux artères temporale superficielle et faciale transverse – drainage lymphatique de la face préauriculaire, du scalp antérolatéral, de la moitié supérieure de la face, des paupières et des joues ;
- les **nœuds submandibulaires**, sous le corps de la mandibule, et associés à l'artère faciale – drainage lymphatique des structures situées le long du trajet de l'artère faciale jusqu'au front en haut, mais aussi des gencives, des dents et de la langue ;
- les **nœuds submentaux** inférieurs et postérieurs du menton – drainage lymphatique de la partie centrale de la lèvre inférieure, du plancher de la bouche, de la pointe de la langue et des incisives inférieures.

Le flux lymphatique de ces nœuds lymphatiques superficiels se dirige dans plusieurs directions :

- le drainage des nœuds occipitaux et mastoïdiens se dirige vers les nœuds cervicaux superficiels le long de la veine jugulaire externe ;
- le drainage des nœuds préauriculaires et parotidiens, des nœuds submandibulaires et des nœuds submentaux se dirige vers les nœuds cervicaux profonds.

Nœuds lymphatiques cervicaux superficiels

Les **nœuds cervicaux superficiels** sont un groupe de nœuds lymphatiques le long de la veine jugulaire externe sur la face superficielle du muscle sternocléidomastoïdien (fig. 8.197). Ils reçoivent principalement le drainage lymphatique des régions postérieure et postérolatérale du scalp par les nœuds occipitaux et mastoïdiens, et envoient des vaisseaux lymphatiques en direction des nœuds cervicaux profonds.

Nœuds lymphatiques cervicaux profonds

Les **nœuds cervicaux profonds** sont un groupe de nœuds lymphatiques qui forment une chaîne le long de la veine jugulaire interne (fig. 8.197). Ils sont divisés en groupes inférieur et supérieur, par rapport au niveau où le tendon intermédiaire du muscle omohyoïdien croise l'artère carotide commune et la veine jugulaire interne.

Le nœud le plus haut situé dans le groupe cervical profond supérieur est le **nœud jugulodigastrique** (fig. 8.197). Ce nœud volumineux est placé en regard du niveau où le ventre postérieur du muscle digastrique croise la veine jugulaire interne et reçoit le drainage lymphatique des tonsilles et de la région tonsillaire.

Un autre nœud volumineux, habituellement associé au groupe cervical profond parce qu'il est au niveau ou juste en dessous du tendon intermédiaire du muscle omohyoïdien, est le **nœud jugulo-omohyoïdien** (fig. 8.197). Ce nœud reçoit le drainage lymphatique de la langue.

Les nœuds cervicaux profonds reçoivent finalement le drainage lymphatique de la tête et du cou soit directement, soit par des groupes de nœuds de la région.

À partir des nœuds cervicaux profonds, les vaisseaux lymphatiques forment les troncs jugulaires droits et gauches, qui s'abouchent dans le conduit lymphatique droit du côté droit ou dans le conduit thoracique du côté gauche.

En clinique

Aspect clinique du drainage lymphatique de la tête et du cou

L'augmentation de volume des nœuds lymphatiques du cou (lymphadénopathie cervicale) est une manifestation commune des processus pathologiques qui surviennent au niveau de la tête et du cou. Il peut s'agir aussi de manifestations communes de maladies somatiques diffuses, qui comprennent les lymphomes, la sarcoïdose et certains types d'infection virale tels que la mononucléose infectieuse et le virus de l'immunodéficience humaine (VIH).

L'évaluation des nœuds lymphatiques cervicaux est extrêmement importante pour déterminer la nature et l'étiologie de la pathologie primitive qui produit cette augmentation de volume lymphatique.

L'évaluation clinique commence par une évaluation de l'état général, particulièrement en relation avec les symptômes qui concernent la tête et le cou. L'examen des nœuds lymphatiques eux-mêmes renseigne souvent le clinicien sur la nature du processus pathologique :

- des nœuds lymphatiques mous, non tendus, inflammatoires suggèrent un processus inflammatoire aigu, qui est le plus souvent de type infectieux ;
- des nœuds lymphatiques augmentés de volume, fermes, multinodulaires, souvent très volumineux suggèrent plus volontiers un diagnostic de lymphome.

L'examen doit aussi associer une évaluation soigneuse des autres régions de nœuds lymphatiques : la fosse

En clinique—Suite

supraclaviculaire, la fosse axillaire, le rétropéritoine et la région inguinale.

L'examen, par la suite, peut inclure une endoscopie digestive, une radiographie pulmonaire et un examen tomodensitométrique.

La plupart des nœuds lymphatiques cervicaux sont facilement palpables et accessibles à une biopsie pour établir le diagnostic sur un examen tissulaire. La biopsie peut être réalisée en utilisant un guidage échographique, et de bons échantillons de nœuds lymphatiques peuvent ainsi être obtenus.

Le drainage lymphatique du cou est relativement complexe d'un point de vue clinique. Un système assez simple d'évaluation par niveaux d'augmentation de volume des nœuds lymphatiques a été proposé, et peut être extrêmement utile pour l'évaluation des extensions aux nœuds lymphatiques des tumeurs primitives de la tête et du cou. La détermination du nombre de niveaux d'adénopathies et la taille des adénopathies peuvent conduire à choisir le meilleur type de traitement. Cela peut comprendre la chirurgie, la radiothérapie et la chimiothérapie. Le niveau d'atteinte des nœuds lymphatiques contribue également à l'établissement du pronostic. Les niveaux sont déterminés ainsi (fig. 8.199) :

- niveau 1 : de la ligne médiane du triangle submentonnier jusqu'au niveau de la glande submandibulaire ;
- niveau 2 : de la base du crâne jusqu'au niveau de l'os hyoïde en avant du bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien ;
- niveau 3 : du bord inférieur de l'os hyoïde jusqu'à la partie inférieure du cartilage cricoïde, en avant du bord postérieur du sternocléidomastoïdien et jusqu'à la ligne médiane ;
- niveau 4 : du bord inférieur du cartilage cricoïde jusqu'au bord supérieur du manubrium sternal, et en avant du bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien ;
- niveau 5 : en arrière du muscle sternocléidomastoïdien et en avant du muscle trapèze au-dessus du niveau de la clavicule ;
- niveau 6 : sous l'os hyoïde et au-dessus de l'incisure jugulaire sternale, sur la ligne médiane ;
- niveau 7 : sous le niveau de l'incisure jugulaire sternale.

Figure 8.199 Régions du cou (niveaux) utilisées en clinique pour évaluer les nœuds lymphatiques.

PHARYNX

Le pharynx est un demi-cylindre musculofascial qui relie les cavités orale et nasales de la tête au larynx et à l'œsophage dans le cou (fig. 8.198). La cavité pharyngienne est une voie commune pour l'air et les aliments.

Le pharynx est attaché en haut à la base du crâne, et se trouve en continuité en bas avec l'orifice supérieur de l'œsophage au niveau de la vertèbre CVI. Les parois du pharynx sont attachées en avant aux bords des cavités nasales, de la cavité orale et du larynx. Par rapport à ces rapports antérieurs, le pharynx est subdivisé en trois régions, le nasopharynx, l'oropharynx et le laryngopharynx :

- l'ouverture postérieure (choanes) des cavités nasales se fait dans le nasopharynx ;

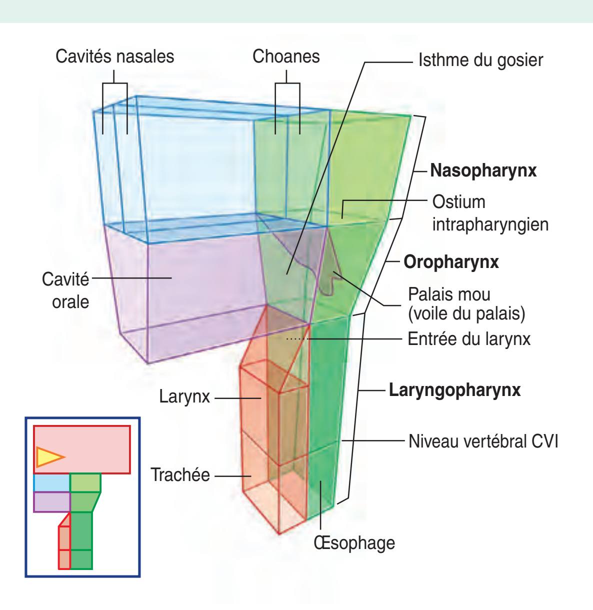


Figure 8.198 Pharynx.

- l'ouverture postérieure de la cavité orale (isthme du gosier) se fait vers l'oropharynx ;
- l'ouverture supérieure du larynx (entrée du larynx) se fait dans le laryngopharynx.

De plus, la cavité pharyngienne est en rapport en avant avec le tiers postérieur de la langue et avec la partie postérieure du larynx. Les trompes auditives s'ouvrent dans les parois latérales du nasopharynx.

Les tonsilles (amygdales) linguales, pharyngiennes et palatines sont placées sur la face profonde des parois pharyngiennes.

Le pharynx est séparé de la colonne vertébrale en arrière par un fin espace rétropharyngien qui est rempli de tissu conjonctif.

Bien que le palais mou soit généralement considéré comme une partie de la cavité orale, il est aussi en rapport avec le pharynx. Le palais mou est attaché au rebord postérieur du palais osseux, et constitue une sorte de « valve flottante » qui peut :

- basculer vers le haut (élévation) pour obturer l'ostium intrapharyngien, et séparer le nasopharynx de l'oropharynx ;
- basculer vers le bas (abaissement) pour obturer l'isthme du gosier et séparer la cavité orale de l'oropharynx.

Architecture squelettique

Les bords supérieur et antérieur de la paroi pharyngienne sont attachés à de l'os, du cartilage et des ligaments. Les deux côtés de la paroi pharyngienne sont réunis en arrière sur la ligne médiane par un ligament en forme de ruban (le **raphé pharyngien**). Ce tissu conjonctif descend du tubercule pharyngien de la base du crâne jusqu'au niveau de la vertèbre cervicale CVI, où le raphé se mélange avec le tissu conjonctif de la paroi postérieure de l'œsophage.

Il existe une ligne irrégulière en forme de C pour l'insertion de la paroi pharyngienne à la base du crâne (fig. 8.200). La partie ouverte du C fait face aux cavités nasales. Chaque bras du C débute au bord postérieur de la lame médiale du processus ptérygoïde de l'os sphénoïde, juste sous la partie cartilagineuse

Figure 8.200 Ligne d'insertion du pharynx à la base du crâne.

de la trompe auditive. La ligne croise le versant inférieur de la trompe auditive, puis continue à la face inférieure de la partie pétreuse de l'os temporal, où elle se situe juste en dedans des rugosités d'insertion de l'un des muscles du palais mou (le muscle élévateur du voile du palais). À ce niveau, la ligne s'incurve en dedans sur l'os occipital, et rejoint la ligne de l'autre côté sur un relief proéminent sur la ligne médiane de l'os (le tubercule pharyngien).

Ligne d'insertion verticale antérieure pour les parois pharyngiennes

La ligne verticale d'insertion des parois latérales du pharynx sur les structures en rapport avec les cavités nasales et orale et le larynx est discontinue et en trois parties (fig. 8.201).

Première partie

De chaque côté, la ligne antérieure d'insertion de la paroi pharyngienne latérale commence en haut au bord postérieur de la lame médiale du processus ptérygoïde de l'os sphénoïde, juste sous le niveau où la trompe auditive est en contact avec cette lame. Elle continue en bas le long du bord de la lame médiale du processus ptérygoïde et sur l'hamulus ptérygoïdien. À partir de ce point, la ligne descend le long du raphé ptérygomandibulaire jusqu'à la mandibule où cette partie de la ligne se termine.

Le **raphé ptérygomandibulaire** est un ruban linéaire de tissu conjonctif formant un ligament qui enjambe l'espace compris entre le sommet de l'hamulus ptérygoïdien et la surface rugueuse triangulaire immédiatement en arrière de la troisième molaire sur la mandibule. Il réunit un muscle de la paroi pharyngienne latérale (muscle constricteur supérieur) avec un muscle de la cavité orale (muscle buccinateur).

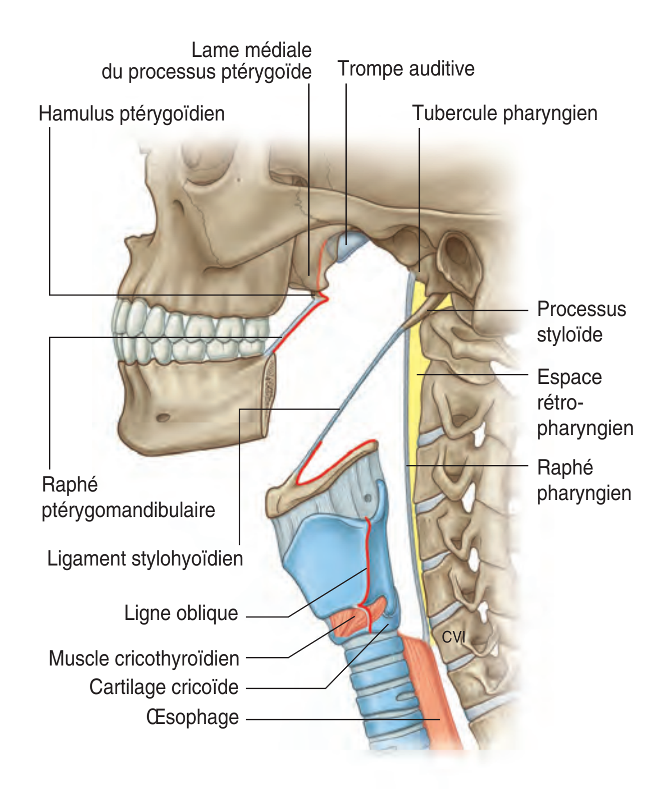


Figure 8.201 Insertions de la paroi pharyngienne.

Deuxième partie

La deuxième partie de la ligne d'insertion de la paroi pharyngienne latérale est en rapport avec l'os hyoïde. Elle commence sur la partie inférieure du ligament stylohyoïdien, qui relie le sommet du processus de l'os temporal à la corne inférieure de l'os hyoïde. Cette ligne continue sur la corne inférieure et tourne pour se poursuivre vers l'arrière le long de toute la face supérieure de la grande corne de l'os hyoïde où elle se termine.

Troisième partie

La troisième partie, la plus inférieure, de la ligne d'insertion de la paroi latérale du pharynx débute en haut sur le tubercule supérieur du cartilage thyroïde, et descend le long de la ligne oblique vers le tubercule inférieur.

À partir du tubercule inférieur, la ligne d'insertion continue sur le muscle cricothyroïdien le long d'un épaississement tendineux du fascia jusqu'au cartilage cricoïde où elle se termine.

Paroi pharyngienne

La paroi pharyngienne est formée par des muscles squelettiques et par un fascia. Les espaces qui séparent ces muscles sont renforcés par le fascia et donnent passage aux structures qui traversent la paroi.

Muscles

Les muscles du pharynx sont organisés en deux groupes selon l'orientation de leurs fibres.

Les muscles constricteurs ont des fibres orientées dans une direction circulaire en rapport avec la paroi pharyngée, alors que les muscles longitudinaux ont des fibres orientées verticalement.

Muscles constricteurs

Les trois muscles constricteurs de chaque côté sont des constituants importants de la structure de la paroi pharyngienne (fig. 8.202 et tableau 8.17) et leurs noms indiquent leur position : muscles constricteurs supérieur, moyen et inférieur. En arrière, les muscles de chaque côté sont réunis par le raphé pharyngien. En avant, ces muscles s'insèrent sur les os, les cartilages et les ligaments en rapport avec les bords latéraux des cavités nasales et orale et du larynx.

Les muscles constricteurs se chevauchent réciproquement dans une organisation qui peut faire comparer les parois à trois pots de fleurs emboîtés les uns dans les autres. Les constricteurs inférieurs se superposent sur le bord inférieur des constricteurs moyens et, de la même façon, les constricteurs moyens chevauchent les constricteurs supérieurs.

Position du sphincter palatopharyngien à la face profonde du muscle constricteur supérieur
Constricteur supérieur
Constricteur moyen
Constricteur inférieur
Œsophage
Fascia pharyngien
Tubercule pharyngien
Processus styloïde
Ligament stylohyoïdien
Muscle stylopharyngien
Raphé pharyngien
A
B

Figure 8.202 Muscles constricteurs du pharynx. **A.** Vue latérale. **B.** Vue postérieure.

Tableau 8.17 Muscles constricteurs du pharynx.

Muscle	**Insertion postérieure**	**Insertion antérieure**	**Innervation**	**Fonction**
Constricteur supérieur	Raphé pharyngien	Raphé ptérygomandibulaire et os adjacent sur la mandibule et l'hamulus ptérygoïdien	Nerf vague (X)	Constricteur du pharynx
Constricteur moyen	Raphé pharyngien	Bord supérieur de la grande corne de l'os hyoïde et bords adjacents de la petite corne de l'os hyoïde, et ligament stylohyoïdien	Nerf vague (X)	Constricteur du pharynx
Constricteur inférieur	Raphé pharyngien	Cartilage cricoïde, ligne oblique du cartilage thyroïde, et ligament tendu entre ces deux insertions et qui croise le muscle cricothyroïdien	Nerf vague (X)	Constricteur du pharynx

Ensemble, les muscles sont constricteurs de la cavité pharyngienne dont ils rétrécissent le diamètre.

Lorsque les muscles constricteurs se contractent de manière séquentielle de haut en bas, comme au cours de la déglutition, ils propulsent le bol alimentaire du pharynx vers l'œsophage.

Tous les constricteurs sont innervés par le rameau pharyngien du nerf vague (X).

Constricteurs supérieurs

Les muscles constricteurs supérieurs encadrent ensemble la partie supérieure de la cavité pharyngienne (fig. 8.202).

Chaque muscle est attaché en avant à l'hamulus ptérygoïdien, au raphé ptérygomandibulaire et à l'os adjacent de la mandibule. À partir de ces insertions, le muscle s'élargit en éventail vers l'arrière et s'unit à son homologue controlatéral sur le raphé pharyngien.

Une bande de muscle spécifique (le **sphincter palatopharyngien**) naît de la face antérolatérale du palais mou et entoure la partie interne de la paroi pharyngienne, en se mélangeant avec la partie interne du constricteur supérieur.

Lorsque le muscle constricteur supérieur se contracte au cours de la déglutition, il forme un repli proéminent à la face

profonde de la paroi pharyngienne, qui «capte» le bord du palais mou relevé, ce qui vient obturer l'isthme pharyngien entre le nasopharynx et l'oropharynx.

Constricteurs moyens

Les muscles constricteurs moyens sont insérés sur la partie inférieure du ligament stylohyoïdien, la petite corne de l'os hyoïde et toute la face supérieure de la grande corne de l'os hyoïde (fig. 8.202).

Comme les constricteurs supérieurs, les muscles constricteurs moyens s'élargissent en éventail en arrière et s'attachent au raphé pharyngien.

La partie postérieure des constricteurs moyens recouvre la partie inférieure des constricteurs supérieurs.

Constricteurs inférieurs

Les muscles constricteurs inférieurs s'insèrent en avant sur la ligne oblique du cartilage thyroïde, le cartilage cricoïde et un ligament qui s'étend entre ces deux insertions cartilagineuses et croise le muscle cricothyroïdien (fig. 8.202).

Comme les autres muscles constricteurs, les muscles constricteurs inférieurs s'étendent en arrière et s'attachent au raphé pharyngien.

La partie postérieure des constricteurs inférieurs recouvre les constricteurs moyens. Dans la partie inférieure, les fibres musculaires se mélangent à la paroi de l'œsophage et s'y attachent.

Les parties des constricteurs inférieurs insérées sur le cartilage cricoïde encadrent la portion la plus étroite de la cavité pharyngienne.

Muscles longitudinaux

Les trois muscles longitudinaux de la paroi pharyngienne (fig. 8.203 et tableau 8.18) sont nommés en fonction de leurs origines : stylopharyngien provenant du processus styloïde de l'os temporal, salpingopharyngien de la portion cartilagineuse de la trompe auditive (salpinx désigne la trompe en grec), et palatopharyngien provenant du palais mou. Depuis leur site d'origine, ces muscles descendent et s'attachent à la paroi pharyngienne.

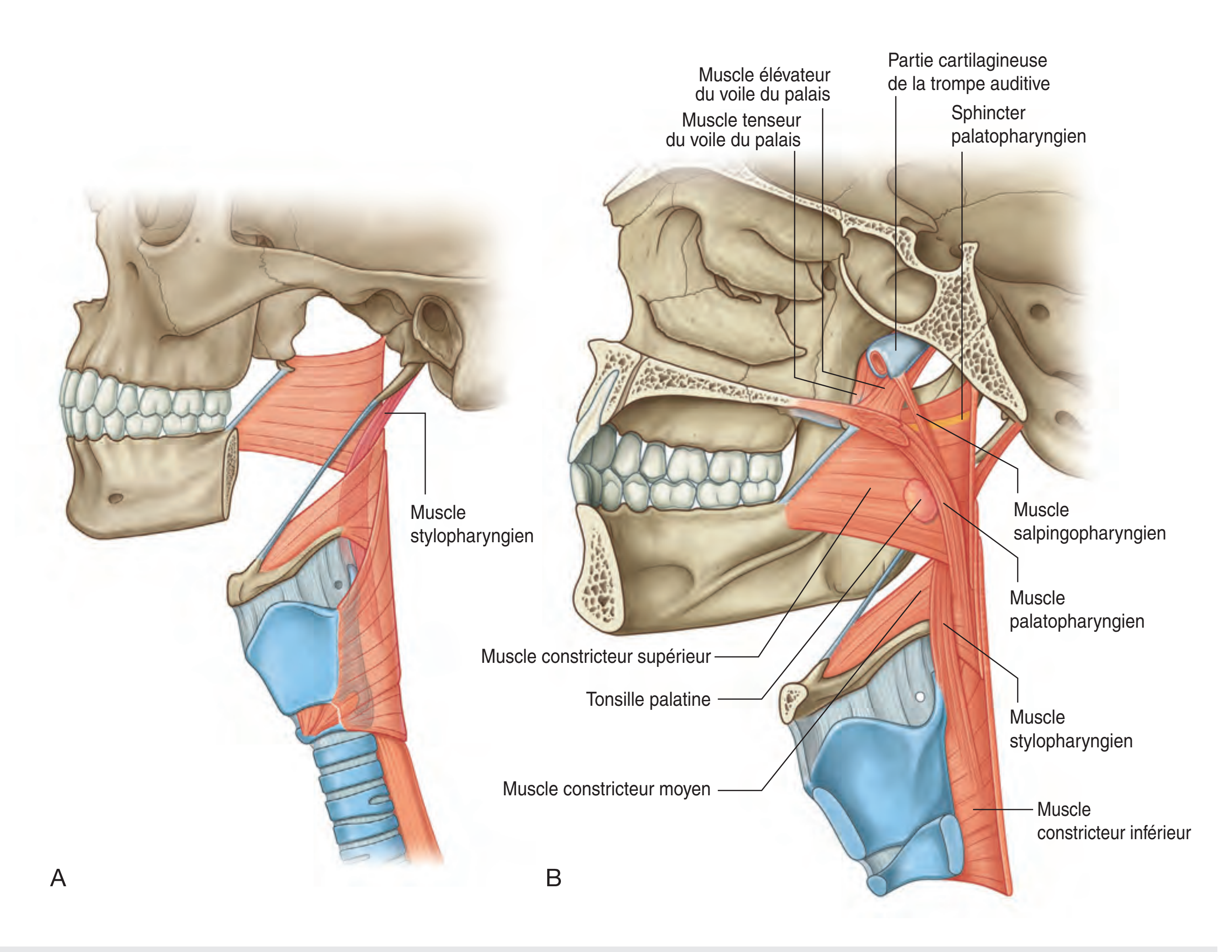


Figure 8.203 Muscles longitudinaux du pharynx. **A.** Muscle stylopharyngien. **B.** Vue médiale.

Tableau 8.18 Muscles longitudinaux du pharynx.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Stylopharyngien	Face médiale de la base du processus styloïde	Paroi pharyngienne	Nerf glossopharyngien (IX)	Élévateur du pharynx
Salpingopharyngien	Versant inférieur de l'extrémité pharyngienne de la trompe auditive	Paroi pharyngienne	Nerf vague (X)	Élévateur du pharynx
Palatopharyngien	Face supérieure de l'aponévrose palatine	Paroi pharyngienne	Nerf vague (X)	Élévateur du pharynx ; obturateur de l'isthme du gosier

Les muscles longitudinaux élèvent la paroi pharyngienne, ou au cours de la déglutition, attirent la paroi pharyngienne en haut et autour d'un bolus d'aliments propulsés à travers le pharynx vers l'œsophage.

Muscle stylopharyngien

Le muscle stylopharyngien cylindrique (fig. 8.203A) naît de la base de la face médiale du processus styloïde de l'os temporal, descend entre les muscles constricteurs supérieur et moyen pour s'élargir en éventail, et se mélange avec la face profonde de la paroi pharyngienne. Il est innervé par le nerf glossopharyngien (IX).

Muscle salpingopharyngien

Le muscle salpingopharyngien (fig. 8.203B) est un petit muscle qui naît du versant inférieur de la trompe auditive, descend et se mélange avec la face profonde de la paroi pharyngienne. Il est innervé par le nerf vague (X).

Muscle palatopharyngien

Le muscle palatopharyngien (fig. 8.203B) est un muscle du pharynx mais aussi du palais mou. Il s'insère sur la face supérieure de l'aponévrose palatine, et se dirige en arrière et en bas pour se mélanger avec la paroi pharyngienne.

Le muscle palatopharyngien forme un important relief qui soulève la muqueuse (**arc palatopharyngien**). Cet arc est visible dans la cavité orale et constitue un repère pour localiser la **tonsille palatine**, qui lui est immédiatement antérieure sur la paroi oropharyngienne.

En plus de son action d'élévation du pharynx, le muscle palatopharyngien participe à l'occlusion de l'isthme du gosier en abaissant le palais et en attirant l'arc palatopharyngien vers la ligne médiane.

Le muscle palatopharyngien est innervé par le nerf vague (X).

Fascia

Le fascia pharyngien est divisé en deux couches, qui englobent entre elles les muscles pharyngiens :

- une couche fine (**fascia bucopharyngien**) tapisse la partie musculaire de la paroi et constitue un feuillet de la couche prétrachéale du fascia cervical ;
- une couche plus épaisse (**fascia pharyngobasilaire**) recouvre la face profonde.

Le fascia renforce les zones de la paroi pharyngienne où le muscle est déficient. Cela est particulièrement évident au-dessus du niveau du constricteur supérieur où la paroi pharyngienne est presque entièrement constituée par le fascia (fig. 8.203). Cette partie de la paroi est renforcée en dehors par les muscles du palais mou (tenseur et élévateur du voile du palais).

Déhiscences de la paroi pharyngienne et structures qui les traversent

Les déhiscences entre les muscles de la paroi pharyngienne constituent d'importantes voies de passage pour des muscles et des structures neurovasculaires (fig. 8.204).

Au-dessus du bord du muscle constricteur supérieur, la paroi pharyngienne est dépourvue de muscle et complétée par le fascia pharyngien.

Les muscles tenseur et élévateur du voile du palais mou descendent initialement de la base du crâne et sont en dehors du fascia pharyngien. Dans cette position, ils renforcent la paroi pharyngienne :

- l'élévateur du voile du palais passe à travers le fascia pharyngien sous la trompe auditive et entre dans le palais mou ;
- le tendon du tenseur du voile du palais contourne en dedans l'hamulus ptérygoïdien et se dirige à travers l'origine du muscle buccinateur pour entrer dans le palais mou.

L'une des plus grandes et plus importantes ouvertures de la paroi pharyngienne est située entre les muscles constricteurs supérieur et moyen du pharynx et le bord postérieur du muscle mylohyoïdien, qui forme le plancher de la bouche (fig. 8.204). Cette déhiscence en forme de triangle (triangle oropharyngien) ne permet pas seulement au muscle stylopharyngien de glisser dans la paroi pharyngienne, mais livre aussi passage à des muscles, des nerfs et des vaisseaux qui cheminent entre les régions latérales à la paroi pharyngienne et la cavité orale, en particulier vers la langue.

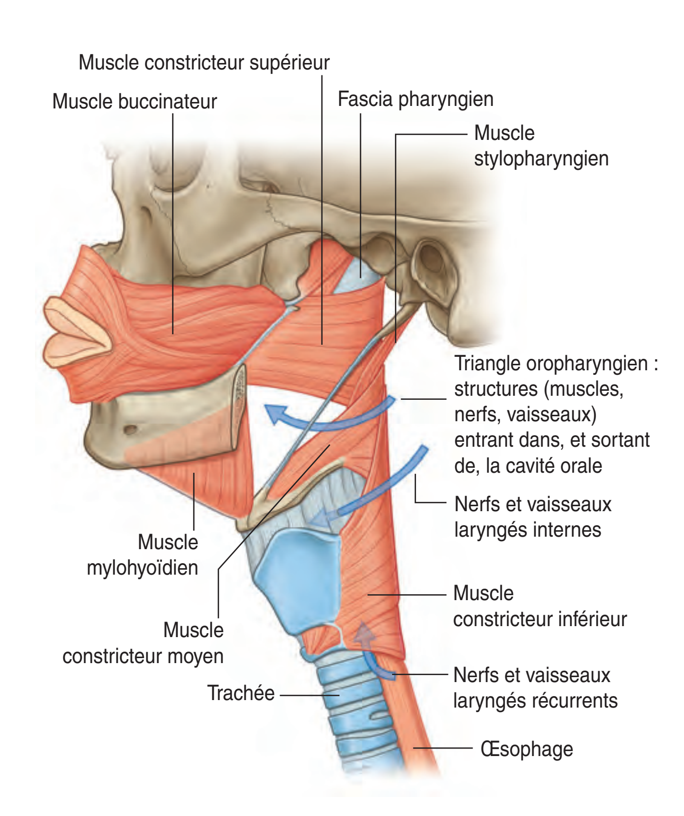


Figure 8.204 Déhiscences entre les muscles de la paroi pharyngienne.

La déhiscence située entre les muscles constricteurs inférieur et moyen permet aux vaisseaux et nerfs laryngés internes d'accéder par cette ouverture dans la membrane thyrohyoïdienne pour entrer dans le larynx.

Les nerfs récurrents laryngés et les vaisseaux laryngés inférieurs entrent dans le larynx en arrière de la corne inférieure de l'os hyoïde, à la face profonde du bord inférieur du muscle constricteur inférieur.

Nasopharynx

Le nasopharynx est situé en arrière des ouvertures postérieures des cavités nasales (choanes) et au-dessus du niveau du palais mou (fig. 8.205). Le toit est formé par la base inclinée du crâne, et correspond à la partie postérieure de l'os sphénoïde et à la partie basilaire de l'os occipital. Le toit et les parois latérales du nasopharynx forment une voûte en dôme au sommet de la cavité pharyngienne qui est toujours ouverte.

La cavité du nasopharynx est en continuité en bas avec la cavité de l'oropharynx par l'isthme pharyngien. La position de l'isthme pharyngien est marquée sur la paroi pharyngienne par un repli muqueux causé par le sphincter palatopharyngien sous-jacent, qui est une partie du muscle constricteur supérieur.

L'élévation du palais mou et la contraction du sphincter palatopharyngien ferment l'isthme pharyngien au cours de la déglutition et séparent le nasopharynx de l'oropharynx.

Un important amas de tissu lymphoïde (la **tonsille pharyngienne**) se situe dans la muqueuse qui couvre le toit du nasopharynx. L'augmentation de volume de cette tonsille, connue sous le nom de végétations adénoïdes, peut obturer le nasopharynx au point d'empêcher la circulation d'air, uniquement possible alors par la cavité orale (fig. 8.205A).

Les principaux reliefs sur chaque paroi latérale du nasopharynx sont :

- l'ostium pharyngien de la trompe auditive ;
- les reliefs muqueux et replis qui couvrent l'extrémité de la trompe auditive et des muscles adjacents.

L'ouverture de la trompe auditive est en arrière et légèrement au-dessus du niveau du palais dur, et en dehors du palais mou (fig. 8.205A).

Du fait de la projection de la trompe auditive en direction postérolatérale dans le nasopharynx, son anneau postérieur



Cavité nasale
Cavité orale
Pharynx
Larynx
Trachée
Œsophage

Ouverture pharyngée de la trompe auditive
Tonsille pharyngienne
Torus tubaire
Récessus pharyngien
Torus de l'élévateur (repli soulevé par l'élévateur du voile du palais)
Repli recouvrant le sphincter palatopharyngien
Pli salpingopharyngien
Tonsille palatine
Arc palatopharyngien (repli soulevé par le muscle palatopharyngien)
Ouverture du larynx
Nasopharynx
Oropharynx
Laryngopharynx
Œsophage
Trachée
Cavité nasale
Arc palatoglosse (rebord de l'isthme du gosier)
Langue
Tonsilles linguales
Vallécule
A

Choanes
Tonsille pharyngienne
Récessus pharyngien
Torus tubaire
Torus de l'élévateur
Palais mou
Pli salpingopharyngien
Vallécules (en avant de l'épiglotte)
Tonsille palatine
Isthme du gosier
Arc palatopharyngien
Tonsille linguale
Récessus piriforme
Ouverture laryngée
Œsophage
B

Arc palatoglosse
Tonsille linguale
Vallécule
Tonsille palatine
Épiglotte
Récessus piriforme
C

Figure 8.205 Reliefs muqueux du pharynx. **A.** Vue latérale. **B.** Vue postérieure avec ouverture de la paroi pharyngienne. **C.** Vue supérieure.

forme un relief ou un bombement sur la paroi pharyngienne. En arrière de cette élévation tubulaire (**torus tubaire**) se situe un récessus profond (le **récessus pharyngien**) (fig. 8.205A).

Les replis muqueux en rapport avec la trompe auditive comprennent :

- le petit **pli salpingopharyngien vertical**, qui descend depuis le relief tubaire et recouvre le muscle salpingopharyngien ;
- un large repli surélevé (**torus de l'élévateur**), qui apparaît émergeant juste derrière l'ostium de la trompe auditive, continue en dedans à la face supérieure du palais mou, et recouvre le muscle élévateur du voile du palais.

Oropharynx

L'oropharynx est situé en arrière de la cavité orale, sous le niveau du palais mou et au-dessus du bord supérieur de l'épiglotte (fig. 8.205). Les arcs palatoglosses, un de chaque côté, qui recouvrent les muscles palatoglosses, marquent la limite entre la cavité orale et l'oropharynx. L'ouverture arciforme entre les deux replis est l'isthme du gosier. Juste en arrière et en dedans de ces replis, une autre paire de replis, les arcs palatopharyngiens, un de chaque côté, sont soulevés par les muscles palatopharyngiens.

La paroi antérieure de l'oropharynx située sous l'isthme du gosier, est formée par la partie supérieure du tiers postérieur, ou partie pharyngienne, de la langue. D'importants amas de tissu lymphoïde (les tonsilles linguales) sont présents dans la muqueuse qui recouvre cette partie de la langue. Une paire de poches muqueuses (les vallécules), une de chaque côté de la ligne médiane, entre la base de la langue et l'épiglotte, forment des dépressions entre un repli muqueux médian et deux replis latéraux qui réunissent la langue à l'épiglotte.

Les tonsilles palatines sont placées sur les parois latérales de l'oropharynx. De chaque côté, il existe un important amas ovoïde de tissu lymphatique dans la muqueuse qui recouvre le muscle constricteur supérieur et la fosse tonsillaire située entre les arcs palatoglosse et palatopharyngien. Les tonsilles palatines sont visibles par la cavité orale juste en arrière des replis palatoglosses.

Lors du maintien de liquides ou de solides dans la cavité orale, l'isthme du gosier est fermé par l'abaissement du palais mou, l'élévation du dos de la langue, et le rapprochement vers la ligne médiane des arcs palatopharyngiens et palatoglosses. Cela permet à une personne de respirer au cours de la manducation ou au cours de la manipulation de matériel dans la cavité orale.

Au cours de la déglutition, l'isthme du gosier est ouvert, le palais est relevé, la cavité laryngée est obturée, et les aliments solides ou liquides sont dirigés dans l'œsophage. Une personne ne peut pas respirer et déglutir en même temps car la voie aérienne est fermée en deux sites, l'ostium intrapharyngien et le larynx.

Laryngopharynx

Le laryngopharynx s'étend du bord supérieur de l'épiglotte à la bouche œsophagienne au niveau vertébral CVI (fig. 8.205).

L'entrée du larynx s'ouvre dans la paroi antérieure du laryngopharynx. Sous l'entrée du larynx, la paroi antérieure est formée par la partie postérieure du larynx.

Une autre paire de récessus muqueux (les **récessus piriformes**) se place entre la partie centrale du larynx et les lames plus latérales du cartilage thyroïde. Les fosses piriformes délimitent des sillons qui dirigent les solides et les liquides de la cavité orale autour de l'ouverture du larynx surélevée et dans l'œsophage.

Tonsilles

Des amas de tissu lymphoïde dans la muqueuse du pharynx entourant les ouvertures des cavités nasales et orale appartiennent au système de défense de l'organisme. Les plus grands amas forment des masses distinctes (les **tonsilles**). Les tonsilles sont surtout développées dans trois zones (fig. 8.205) :

- la tonsille pharyngienne, connue communément sous le nom de végétations adénoïdes, se situe sur la ligne médiane du toit du nasopharynx ;
- les tonsilles palatines sont situées de chaque côté de l'oropharynx entre les arcs palatoglosses et palatopharyngiens, juste en arrière de l'isthme du gosier (les tonsilles palatines sont visibles par la bouche ouverte d'un patient en abaissant la langue) ;
- les tonsilles linguales désignent collectivement plusieurs nodules lymphoïdes sur le tiers postérieur de la langue.

De petits nodules lymphoïdes sont aussi présents dans la trompe auditive près de son ostium qui s'ouvre dans le nasopharynx, et sur la face supérieure du palais mou.

Vaisseaux

Artères

De nombreux vaisseaux vascularisent la paroi pharyngienne (fig. 8.206).

Les artères qui irriguent les parties supérieures du pharynx sont :

- l'artère pharyngienne ascendante ;
- les branches palatine ascendante et tonsillaire de l'artère faciale ;
- les nombreuses branches des artères maxillaire et linguale.

Tous ces vaisseaux proviennent de l'artère carotide externe.

Les artères qui vascularisent les parties inférieures du pharynx sont les branches de l'artère thyroïdienne inférieure, qui naît du tronc thyrocervical de l'artère subclavière.

La principale vascularisation de la tonsille palatine est apportée par la branche tonsillaire de l'artère faciale, qui pénètre dans le muscle constricteur supérieur.

Figure 8.206 Vascularisation artérielle du pharynx (vue latérale gauche).

Veines

Les veines du pharynx forment un plexus, qui se draine en haut dans le plexus ptérygoïdien dans la fosse infratemporale, et en bas dans les veines faciales et les veines jugulaires internes (fig. 8.207).

Lymphatiques

Les vaisseaux lymphatiques du pharynx se drainent dans les nœuds cervicaux profonds, qui comprennent les **nœuds rétropharyngiens** (entre le nasopharynx et la colonne vertébrale), **paratrachéaux** et **infrahyoïdiens** (fig. 8.207).

Les tonsilles palatines se drainent à travers la paroi pharyngienne dans les nœuds jugulodigastriques situés dans la région où la veine faciale s'abouche dans la veine jugulaire interne (et sous le ventre postérieur du muscle digastrique).

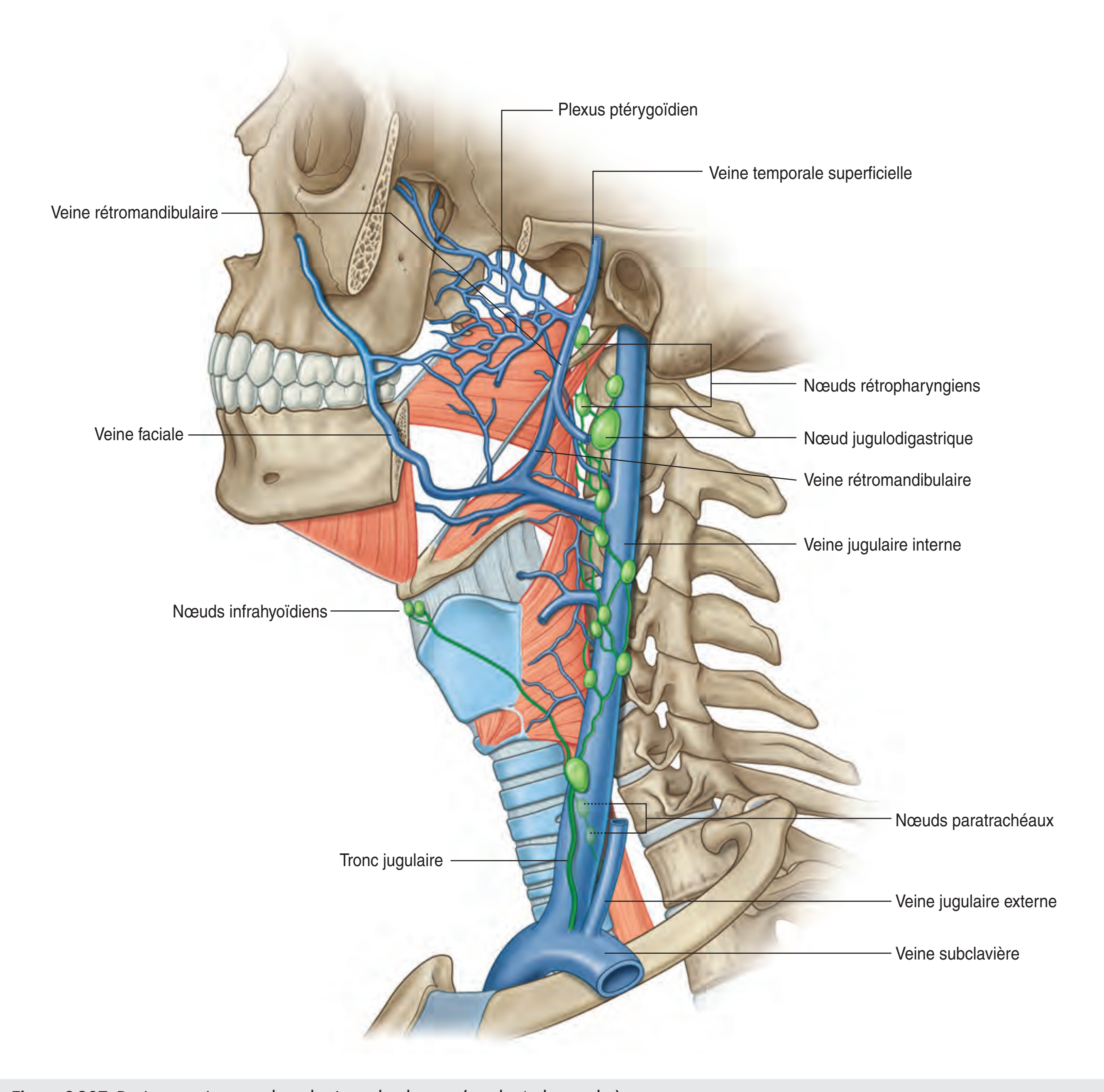


Figure 8.207 Drainage veineux et lymphatique du pharynx (vue latérale gauche).



Nerfs

L'innervation motrice et sensitive du pharynx (à l'exception de la région nasale) est principalement assurée par les rameaux des nerfs vague (X) et glossopharyngien (IX), qui forment un plexus dans le fascia périphérique de la paroi pharyngienne (fig. 8.208A).

Le plexus pharyngien est formé par :

- le rameau pharyngien du nerf vague (X) ;
- les rameaux du **nerf laryngé externe**, issu du **nerf laryngé supérieur**, rameau collatéral du nerf vague (X) ;
- les rameaux pharyngiens du nerf glossopharyngien (IX).

Le **rameau pharyngien du nerf vague (X)**, qui naît de la partie supérieure de son **ganglion inférieur** sous l'origine du nerf laryngé supérieur, constitue le principal nerf moteur du pharynx.

Tous les muscles du pharynx sont innervés par le nerf vague (X), essentiellement par le plexus pharyngien, à l'exception du muscle stylopharyngien, qui est directement innervé par un rameau du nerf glossopharyngien (IX) (fig. 8.208B).

Chaque subdivision du pharynx a une innervation sensorielle différente :

- le nasopharynx est innervé par un rameau pharyngien du nerf maxillaire (V_2) qui naît dans la fosse ptérygopalatine et passe dans le canal ptérygopalatin dans l'os sphénoïde pour atteindre le fornix (voûte ou toit) du pharynx ;
- l'oropharynx est innervé par le nerf glossopharyngien (IX) par l'intermédiaire du plexus pharyngien ;
- le laryngopharynx est innervé par le nerf vague (X) par l'intermédiaire du rameau interne du nerf laryngé supérieur.

Nerf glossopharyngien (IX)

Le nerf glossopharyngien (IX) est en rapport avec le pharynx au cours de la majeure partie de son trajet extracrânien.

Après sa sortie du crâne à travers le foramen jugulaire, le nerf glossopharyngien (IX) descend à la face postérieure du muscle stylopharyngien (fig. 8.208B), passe ensuite sur

Figure 8.208 Innervation du pharynx. **A.** Vue latérale. **B.** Vue postérieure montrant l'innervation du muscle stylopharyngien.

la face latérale du muscle stylopharyngien, puis se dirige en avant à travers la déhiscence (triangle oropharyngien) entre les muscles constricteur supérieur et constricteur moyen, et les muscles mylohyoïdiens pour finalement gagner la partie postérieure de la langue.

Lors de son passage sous le bord libre du muscle constricteur supérieur, le nerf glossopharyngien (IX) est juste en dessous de la tonsille palatine qui est située à la face profonde du constricteur supérieur.

Les rameaux pharyngiens du plexus pharyngien et un rameau moteur destiné au muscle stylopharyngien naissent du nerf glossopharyngien (IX) dans le cou. Du fait de cette innervation sensitive de l'oropharynx assurée par le nerf glossopharyngien (IX), le nerf transporte l'innervation sensitive des tonsilles palatines et constitue aussi la voie afférente du réflexe vélopalatin.

LARYNX

Le larynx est une structure musculoligamentaire creuse renforcée par une armature cartilagineuse, qui constitue la portion initiale de l'appareil respiratoire.

La cavité du larynx est en continuité à sa partie inférieure avec la trachée, et s'ouvre dans sa partie supérieure dans le pharynx, immédiatement en arrière et légèrement en dessous de la langue et de l'ouverture postérieure de la cavité orale (isthme du gosier) (fig. 8.209A,B).

Le larynx est à la fois une valve (ou sphincter) capable d'obturer la voie aérienne et un instrument apte à produire des sons. Il est composé de :

- trois grands cartilages impairs (cricoïde, thyroïde et épiglotte) ;

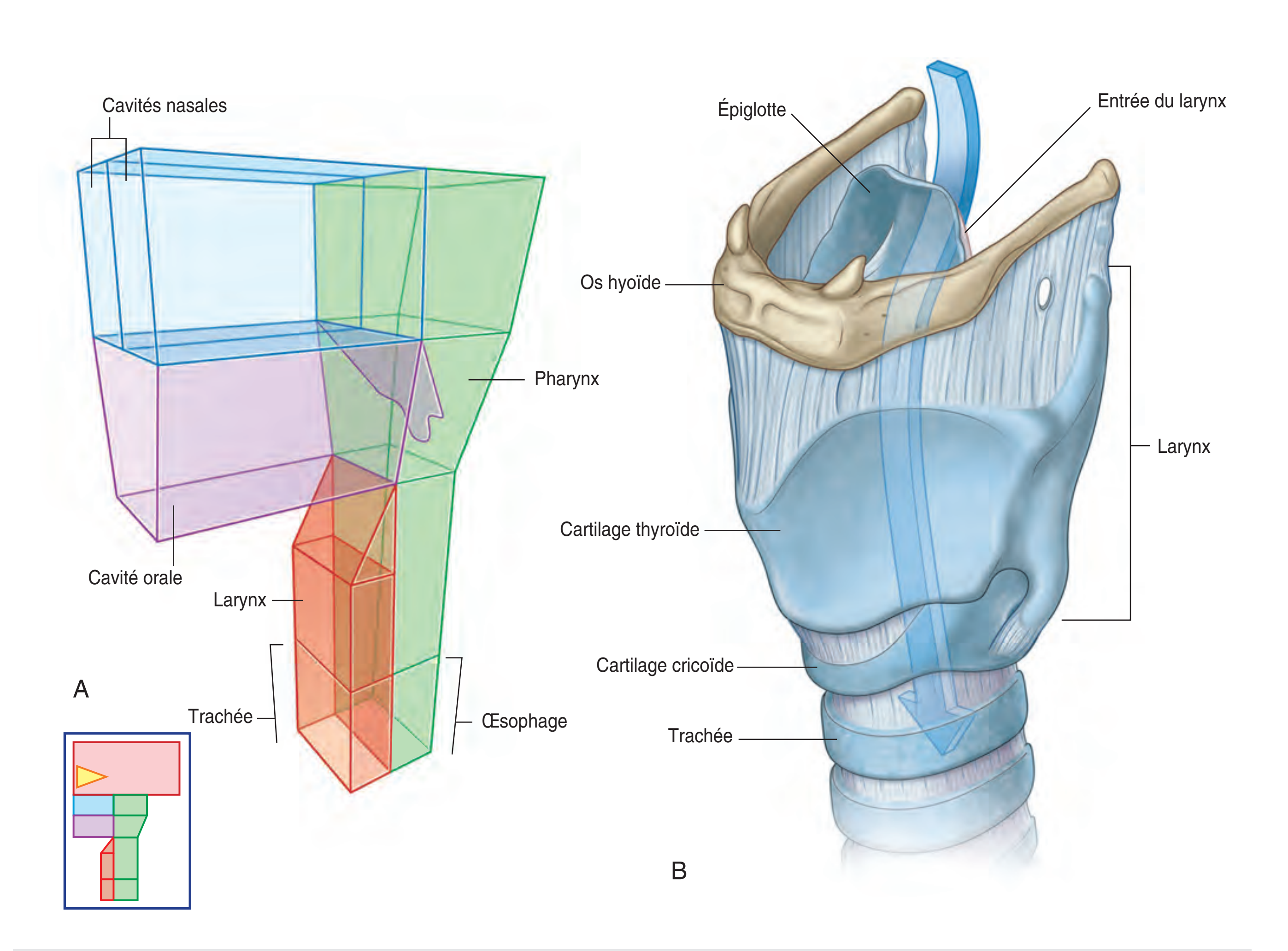


Figure 8.209 Larynx. **A.** Rapports avec les autres cavités. **B.** Vue latérale.

- trois paires de petits cartilages (aryténoïdes, corniculés et cunéiformes) ;
- une membrane fibroélastique et plusieurs muscles intrinsèques.

Le larynx est suspendu en haut à l'os hyoïde et attaché à la trachée en bas par des membranes et des ligaments. Il est très mobile dans le cou, et peut se déplacer de haut en bas et d'avant en arrière sous l'action de muscles extrinsèques qui s'insèrent sur le larynx lui-même ou sur l'os hyoïde.

Au cours de la déglutition, les très importants mouvements du larynx vers le haut et vers le bas contribuent à fermer l'entrée du larynx et à ouvrir l'œsophage.

Cartilages du larynx

Cartilage cricoïde

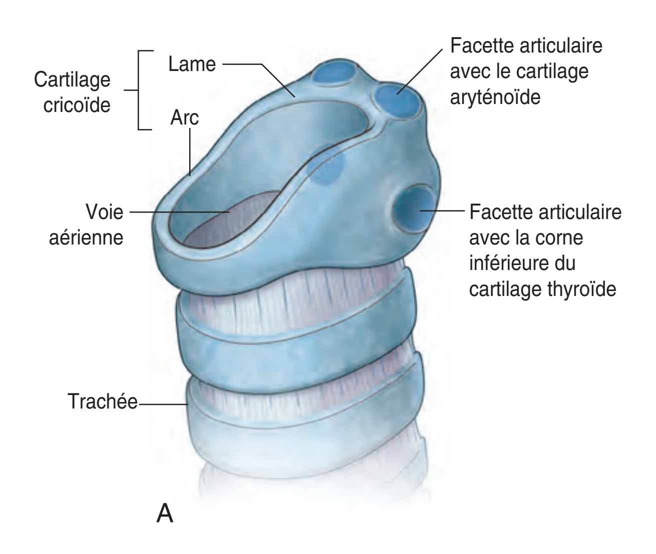
Le cartilage cricoïde est le plus bas situé des cartilages du larynx, et encercle complètement la voie aérienne (fig. 8.210).

Il a la forme d'une bague chevalière, avec une large **lame du cartilage cricoïde** en arrière de la voie aérienne, et un **arc du cartilage cricoïde** plus étroit en avant.

La face postérieure de la lame du cartilage cricoïde est caractérisée par deux dépressions ovales séparées par une crête verticale. L'œsophage est attaché à la crête, et les dépressions reçoivent les insertions des muscles cricoarythénoïdiens postérieurs.

Le cartilage cricoïde a deux facettes sur chaque côté pour s'articuler avec les autres cartilages laryngés.

- une facette est placée sur la face inclinée supérolatérale de la lame du cartilage cricoïde et s'articule avec la base du cartilage aryténoïde ;
- l'autre facette est située sur la face latérale de la lame du cartilage cricoïde près de sa base, et participe à l'articulation avec la face médiale de la corne inférieure du cartilage thyroïde.



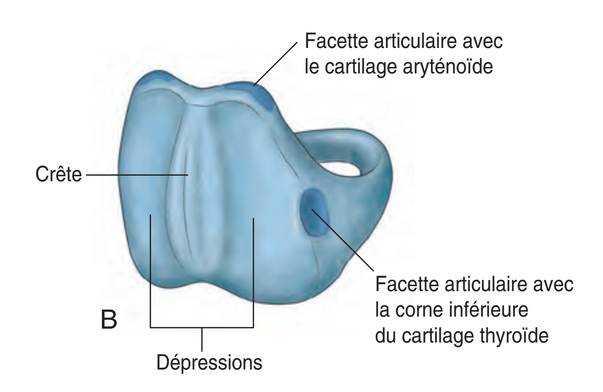


Figure 8.210 Cartilage cricoïde. **A.** Vue antérolatérale. **B.** Vue postérieure.

Cartilage thyroïde

Le cartilage thyroïde (fig. 8.211) est le plus grand des cartilages du larynx. Il est formé par des lames droite et gauche, qui sont largement séparées en arrière, mais jointives en avant. Le point supérieur de la zone de fusion entre les deux larges lames se projette en avant et forme la **proéminence laryngée** (« pomme d'Adam »). L'angle entre les deux lames est plus aigu chez l'homme (90°) que chez la femme (120°), ce qui rend la proéminence laryngée plus saillante chez l'homme que chez la femme.

Juste au-dessus de la proéminence laryngée, l'**incisure thyroïdienne supérieure** sépare les deux lames qui s'écartent latéralement. Ces deux reliefs, l'incisure thyroïdienne supérieure et la proéminence laryngée, sont des repères palpables du cou. Il existe une **incisure thyroïdienne inférieure** moins distincte sur la ligne médiane le long de la base du cartilage thyroïde.

Le bord postérieur de chaque lame du cartilage thyroïde est allongé pour former la corne supérieure et la corne inférieure :

- la face médiale de la corne inférieure porte une facette pour l'articulation avec le cartilage cricoïde ;
- la corne supérieure est reliée par le **ligament thyroïdien latéral** avec l'extrémité postérieure de la grande corne de l'os hyoïde.

La face latérale de chaque lame du cartilage thyroïde est marquée par une crête (la **ligne oblique**), qui s'incurve en avant depuis la base de la corne supérieure vers un petit renflement à mi-distance sur le bord inférieur de la lame.

Les extrémités de la ligne oblique sont élargies pour former les **tubercules thyroïdiens supérieur** et **inférieur**. Cette ligne oblique est le site d'insertion des muscles extrinsèques du larynx (sternothyroïdien, thyrohyoïdien et constricteur inférieur).

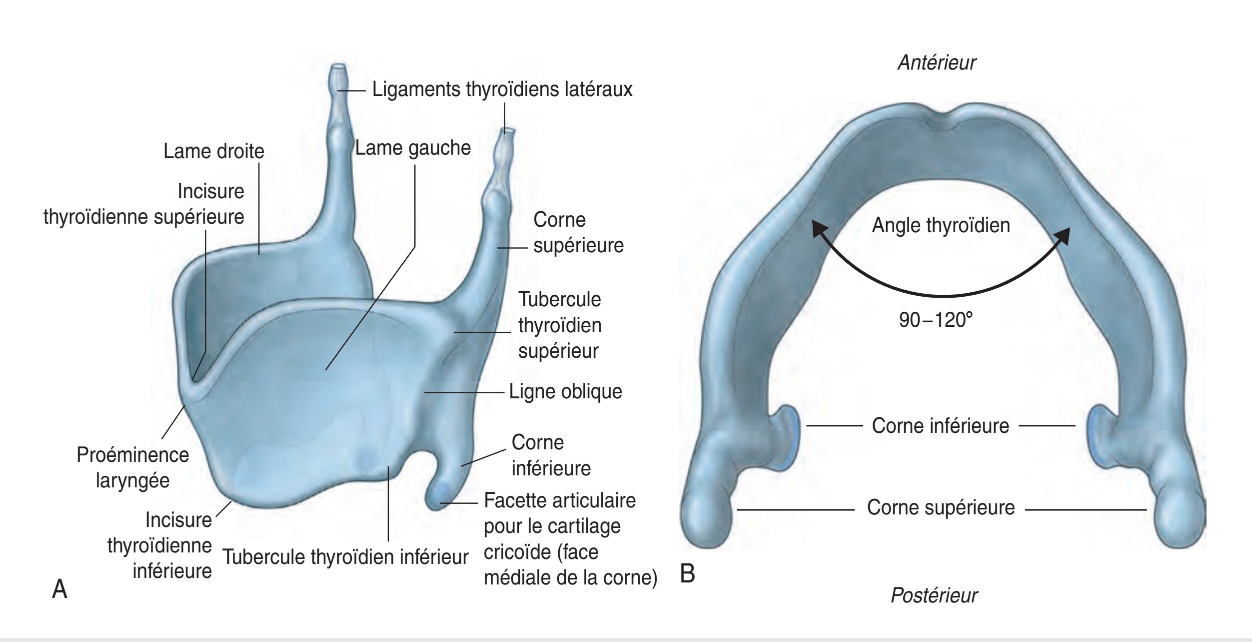


Figure 8.211 Cartilage thyroïde. **A.** Vue antérolatérale. **B.** Vue supérieure.

Épiglotte

L'épiglotte est un cartilage en forme de feuille attachée par sa tige au versant postérieur de l'angle du cartilage thyroïde (fig. 8.212), et développé en arrière et en haut à partir de ce point d'attache sur le cartilage thyroïde. Cette attache est réalisée par le **ligament thyroépiglottique** sur la ligne médiane, approximativement à mi-distance entre la proéminence laryngée et l'incisure thyroïdienne supérieure. Le bord supérieur de l'épiglotte est en arrière de la partie pharyngée de la langue.

La moitié inférieure de la face postérieure de l'épiglotte est légèrement relevée pour former le **tubercule épiglottique**.

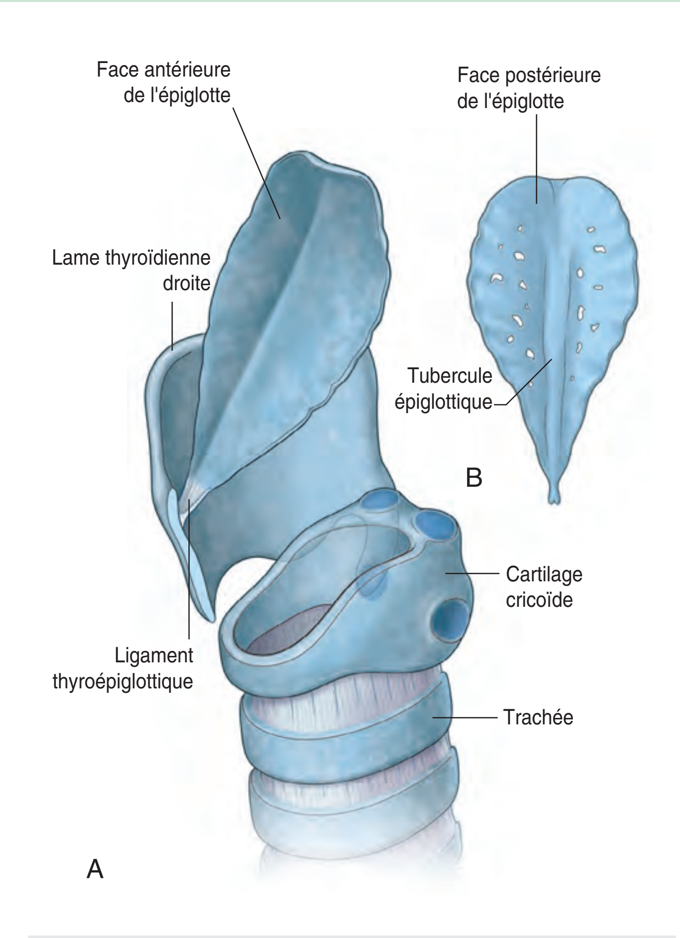


Figure 8.212 Épiglotte. **A.** Vue antérolatérale. **B.** Face postérieure.

Cartilages aryténoïdes

Les deux cartilages aryténoïdes sont des cartilages de forme pyramidale présentant trois faces, une base du cartilage aryténoïde et un apex du cartilage aryténoïde (fig. 8.213) :

- la base du cartilage aryténoïde est concave et s'articule avec la facette articulaire inclinée de la face supérolatérale de la lame du cartilage cricoïde ;
- l'apex du cartilage aryténoïde s'articule avec un cartilage corniculé ;
- la **face médiale** de chaque cartilage fait face à son homologue opposée ;
- la **face antérolatérale** présente deux dépressions, séparées par une crête, pour les insertions d'un muscle (vocal) et d'un ligament (ligament vestibulaire) ;
- la **face postérieure** est recouverte par le muscle aryténoïdien transverse (voir fig. 8.223).

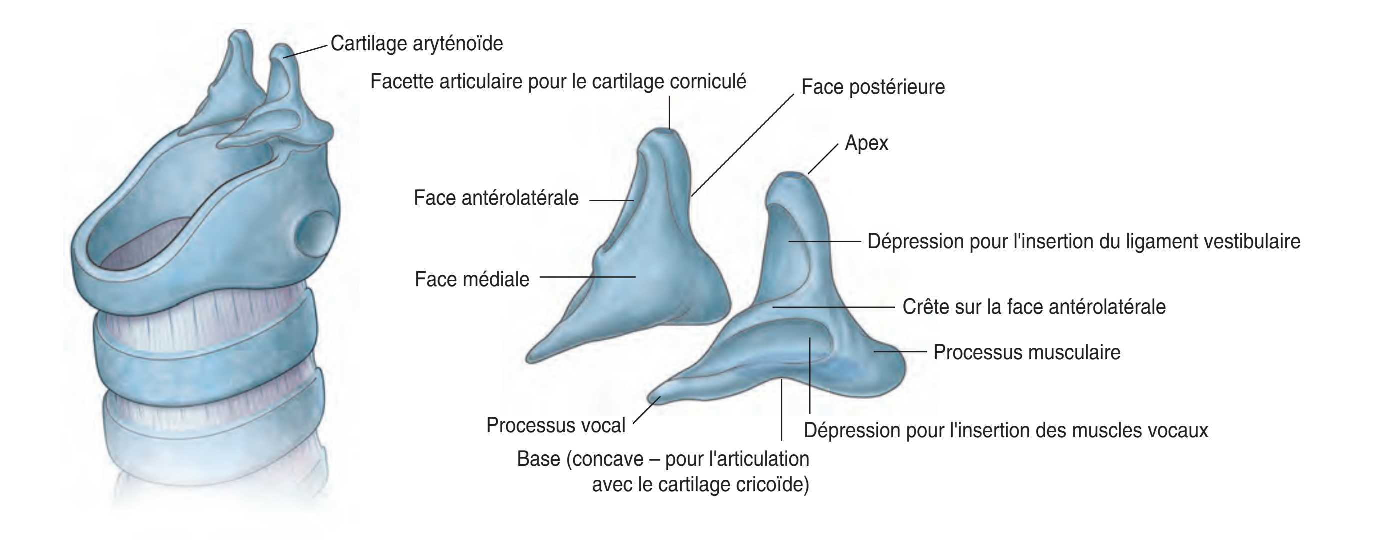


Figure 8.213 Cartilages aryténoïdes.

L'angle antérieur de la base du cartilage aryténoïde est prolongé par un **processus vocal** sur lequel s'insère le ligament vocal. L'angle latéral est prolongé par un processus musculaire sur lequel s'insèrent les muscles cricoaryténoïdiens postérieur et latéral.

Cartilages corniculés

Les cartilages corniculés (fig. 8.214) sont deux petits cartilages coniques dont les bases s'articulent avec les apex des cartilages aryténoïdes. Leurs sommets s'étendent l'un vers l'autre en arrière et en dedans.

Cartilages cunéiformes

Ces deux petits cartilages en forme de massue (fig. 8.214) sont placés en avant des cartilages corniculés et sont suspendus dans la partie de la membrane fibroélastique du larynx qui attache les cartilages aryténoïdes au bord latéral de l'épiglotte.

Ligaments extrinsèques

Membrane thyrohyoïdienne

La membrane thyrohyoïdienne est un ligament fibroélastique résistant qui s'élargit en éventail entre le bord supérieur du cartilage thyroïde en bas et l'os hyoïde en haut (fig. 8.215). Il est inséré au bord supérieur de la lame du cartilage thyroïde et aux bords antérieurs adjacents des cornes supérieures, et monte en dedans des grandes cornes et en arrière du corps de l'os hyoïde pour s'insérer sur les bords supérieurs de ces structures.

Une ouverture dans la partie latérale de la membrane thyrohyoïdienne livre passage de chaque côté à l'artère laryngée supérieure, à la branche interne du nerf laryngé supérieur, et aux canaux lymphatiques.

Les bords postérieurs de la membrane thyrohyoïdienne sont épaissis et forment les **ligaments latéraux thyrohyoïdiens**. La membrane est également épaissie en avant sur la ligne médiane pour former le **ligament thyrohyoïdien médian**.

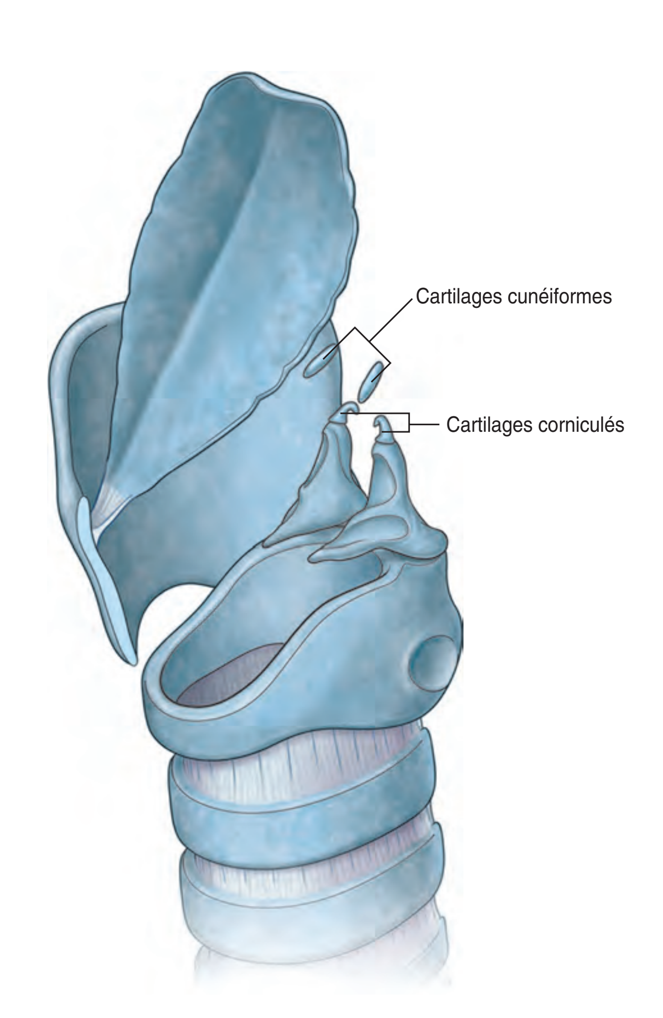


Figure 8.214 Cartilages corniculés et cunéiformes.

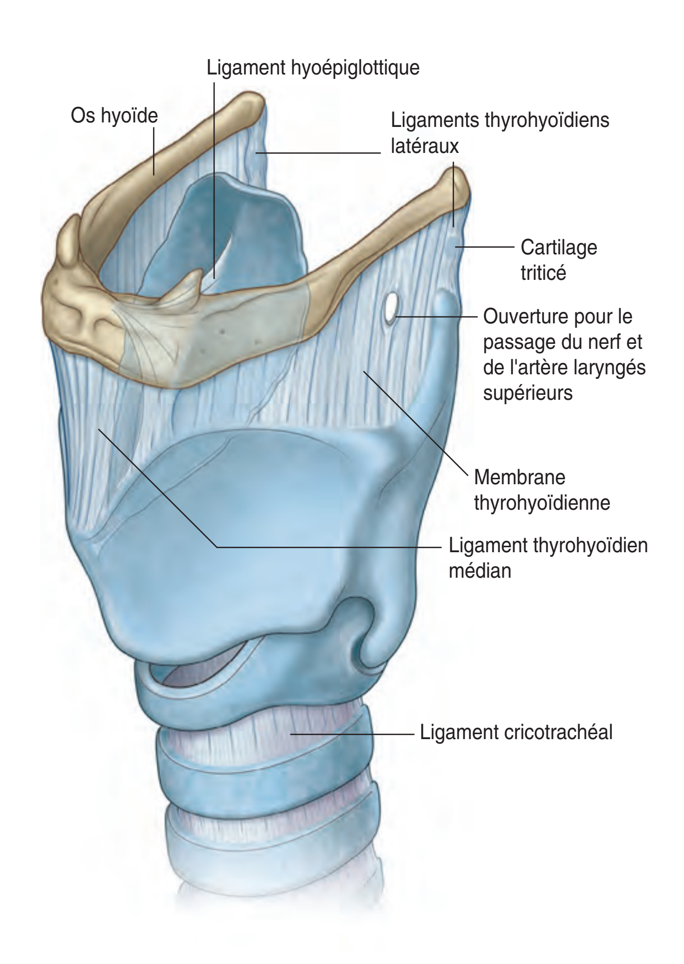


Figure 8.215 Ligaments extrinsèques du larynx.

Parfois, il existe un petit cartilage (**cartilage triticé**) dans chaque ligament thyrohyoïdien latéral.

Ligament hyoépiglottique

Le ligament hyoépiglottique (fig. 8.215) s'étend de la ligne médiane de l'épiglotte, vers le corps de l'os hyoïde en avant et en haut.

Ligament cricotrachéal

Le ligament cricotrachéal (fig. 8.215) est tendu entre le bord inférieur du cartilage cricoïde et le bord supérieur du premier cartilage trachéal.

Ligaments intrinsèques

Membrane fibroélastique du larynx

La membrane fibroélastique du larynx relie entre eux les cartilages laryngés et complète l'armature de la cavité laryngée. Elle est composée de deux parties : un ligament cricothyroïdien et une membrane supérieure quadrangulaire.

Ligament cricothyroïdien (membrane cricovocale, membrane cricothyroïdienne)

Le ligament cricothyroïdien (fig. 8.216) est attaché à l'arc du cartilage cricoïde et s'étend en haut avec un bord libre supérieur dans l'espace circonscrit par le cartilage thyroïde. De chaque côté, ce bord libre supérieur s'insère :

- en avant sur le cartilage thyroïde ;
- en arrière sur les processus vocaux des cartilages aryténoïdes.

Le bord libre compris entre ces deux points d'insertion est épaissi et forme le ligament vocal, qui est situé sous le pli vocal (vraie « corde vocale ») du larynx.

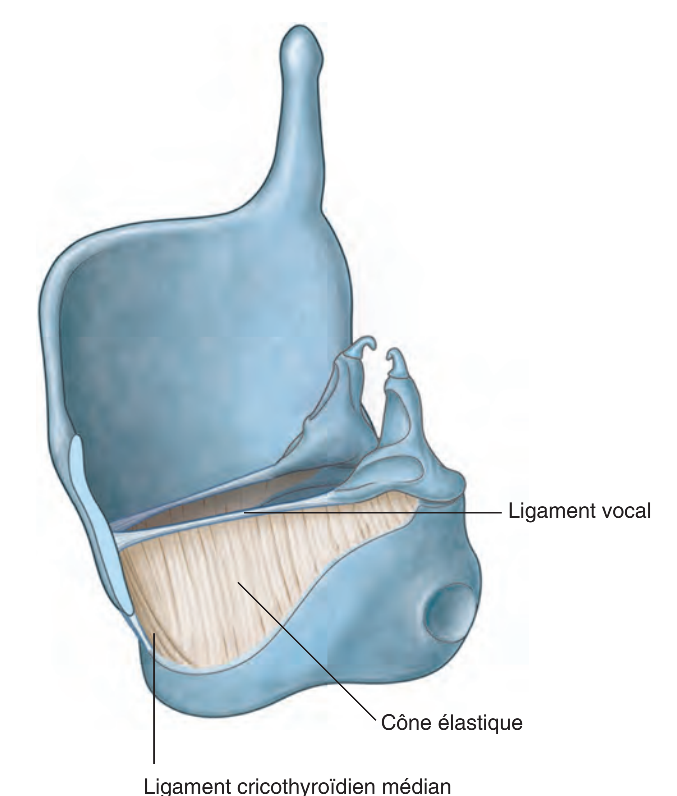


Figure 8.216 Ligament cricothyroïdien.

Le ligament cricothyroïdien est aussi épaissi en avant sur la ligne médiane pour former un **ligament cricothyroïdien médian**, qui s'élargit en comblant la distance entre l'arc du cartilage cricoïde et l'incisure thyroïdienne inférieure et la face profonde adjacente du cartilage thyroïde au-dessus des ligaments vocaux.

En situation d'urgence, lorsque la voie aérienne est obturée au-dessus du niveau des cordes vocales, le ligament cricothyroïdien médian peut être perforé pour rétablir un flux d'air. En dehors de petits vaisseaux et de la présence inconstante d'un lobe pyramidal de la glande thyroïde, il y a normalement peu de structures entre le ligament cricothyroïdien et la peau.

Membrane quadrangulaire

La membrane quadrangulaire est tendue de chaque côté entre le bord latéral de l'épiglotte et la face antérolatérale du cartilage aryténoïde homolatéral (fig. 8.217). Elle est aussi insérée sur le cartilage corniculé, qui s'articule avec l'apex du cartilage aryténoïde.

Chaque membrane quadrangulaire a un bord supérieur libre, entre la pointe de l'épiglotte et le cartilage corniculé, et un bord inférieur libre. Le bord inférieur libre est épaissi pour former le **ligament vestibulaire** sous le **pli vestibulaire** (**fausse « corde vocale »**) du larynx.

Le ligament vestibulaire est inséré en arrière dans la fossette supérieure de la face antérolatérale du cartilage aryténoïde, et en avant à l'angle thyroïdien juste au-dessus de l'insertion du ligament vocal.

De chaque côté, le ligament vestibulaire de la membrane quadrangulaire est séparé du ligament vocal du ligament cricothyroïdien sous-jacent par une déhiscence. Du fait de l'insertion du ligament vestibulaire sur la face antérolatérale du cartilage aryténoïde, et de l'insertion du ligament vocal sur le processus vocal de ce même cartilage, le ligament vestibulaire est latéral par rapport au ligament vocal sur une vue supérieure (fig. 8.218).

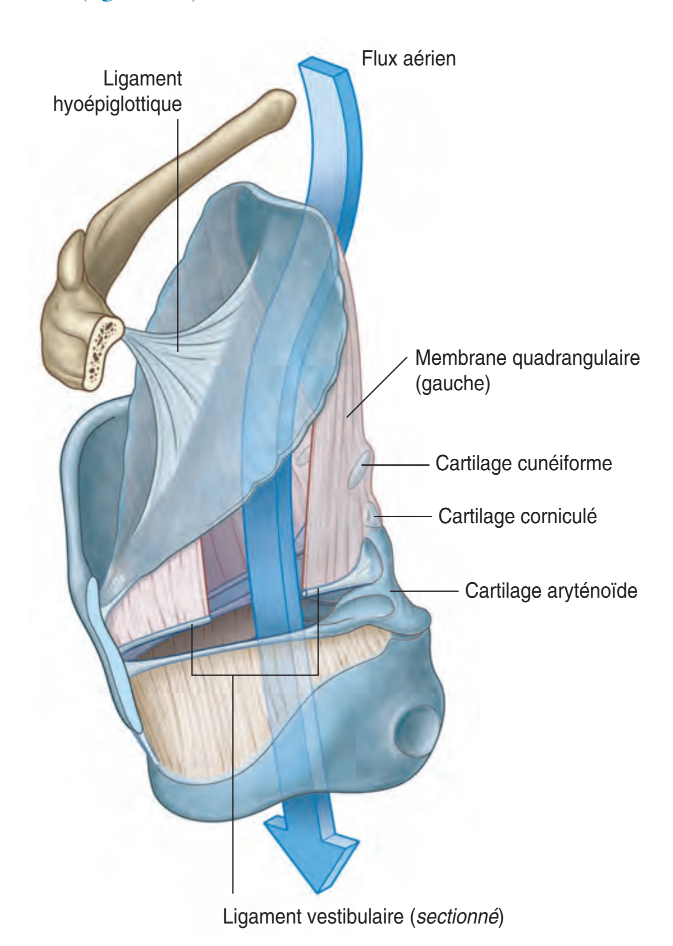


Figure 8.217 Membrane quadrangulaire (vue antérolatérale gauche).

Articulations laryngées

Articulations cricothyroïdiennes

Les articulations entre les cornes inférieures du cartilage thyroïde et le cartilage cricoïde, et entre le cartilage cricoïde et les cartilages aryténoïdes sont de type synovial. Chaque articulation est entourée par une capsule et renforcée par des ligaments. Les articulations cricothyroïdiennes permettent la mobilité du cartilage thyroïde vers l'avant, et sa bascule vers le bas sur le cartilage cricoïde (fig. 8.219).

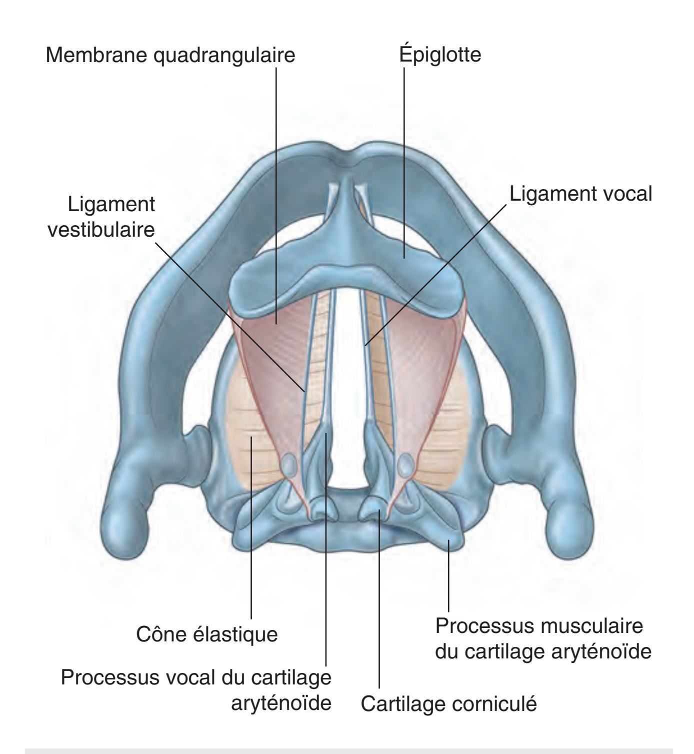


Figure 8.218 Membrane fibroélastique du larynx (vue supérieure).

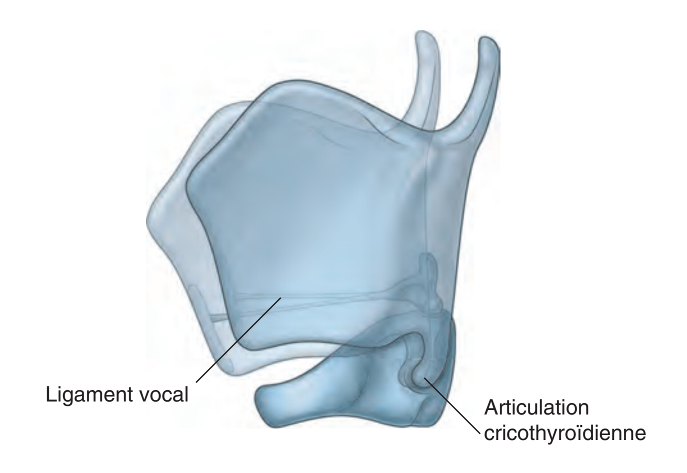


Figure 8.219 Mouvements des articulations cricothyroïdiennes.



Du fait du passage des ligaments vocaux entre le versant postérieur de l'angle du cartilage thyroïde et des rapports des cartilages aryténoïdes sur la lame du cartilage cricoïde, la translation antérieure et la rotation inférieure du cartilage thyroïde sur le cartilage cricoïde agissent en allongeant et en mettant en tension les ligaments vocaux.

Articulations cricoaryténoïdiennes

Les articulations cricoaryténoïdiennes entre les facettes articulaires des faces supérolatérales du cartilage cricoïde et les bases des cartilages aryténoïdes permettent le glissement des cartilages aryténoïdes en les rapprochant ou en les écartant l'un par rapport à l'autre, et leur rotation pour que le processus vocal pivote en se rapprochant ou en s'éloignant de la ligne médiane. Ces mouvements sont l'abduction ou l'adduction du ligament vocal (fig. 8.220).

Cavité du larynx

La cavité du larynx (fig. 8.221) est de forme tubulaire et est recouverte d'une muqueuse. Son architecture est assurée par la membrane fibroélastique du larynx et les cartilages laryngés sur lesquels elle s'insère.

L'ouverture supérieure de la cavité (entrée du larynx) se fait dans la face antérieure du pharynx juste sous et derrière la langue (fig. 8.221A) :

- son bord antérieur est formé par la muqueuse qui recouvre le bord supérieur de l'épiglotte ;
- ses bords latéraux sont formés par les replis muqueux (**plis aryépiglottiques**), qui recouvrent les bords supérieurs des membranes quadrangulaires et les tissus mous voisins, et deux tubercules sur le bord le plus postérolatéral de l'entrée du larynx marquent de chaque côté la position sous-jacente des cartilages cunéiformes et corniculés ;
- son bord postérieur sur la ligne médiane est formé par un repli muqueux qui délimite une dépression (l'**incisure interaryténoïdienne**) entre les deux tubercules corniculés.

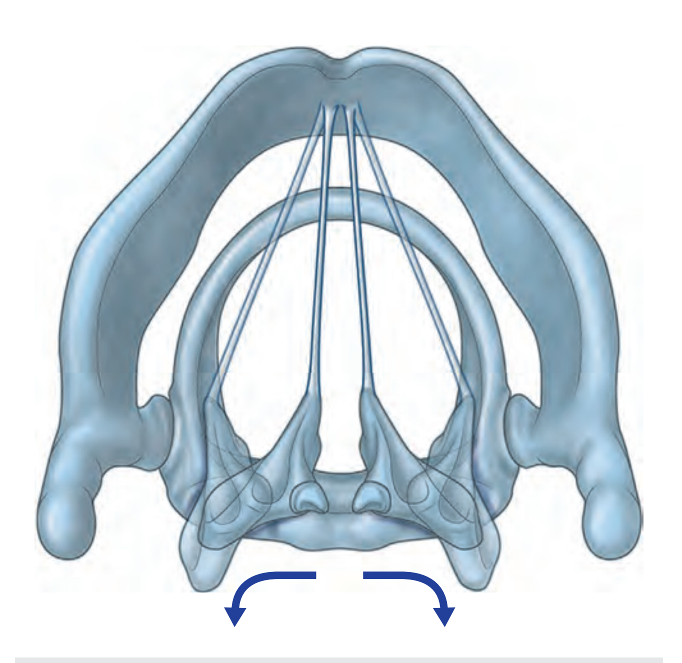


Figure 8.220 Mouvements des articulations cricoaryténoïdiennes.

Division en trois régions majeures

Deux paires de replis muqueux, les plis vestibulaires et vocaux, s'étendent en dedans à partir des parois latérales de la cavité laryngée. Ils rétrécissent et divisent la cavité laryngée en trois régions : le vestibule, une chambre moyenne et la cavité infraglottique (fig. 8.221B) :

- le **vestibule** est la chambre supérieure de la cavité laryngée, située entre l'entrée du larynx et les plis vestibulaires, qui comprennent les ligaments vestibulaires et les tissus mous associés ;
- la partie moyenne de la cavité laryngée est très étroite et se situe entre les replis vestibulaires en haut et les plis vocaux en bas ;
- l'**espace infraglottique** est la chambre inférieure de la cavité laryngée et se situe entre les plis vocaux (qui comprennent les ligaments vocaux et les tissus mous en rapport) et l'ouverture inférieure du larynx.

Ventricules et saccules laryngés

De chaque côté, la muqueuse de la cavité moyenne bombe latéralement dans l'espace situé entre le ligament vestibulaire et le ligament vocal, pour former un espace distendu en forme de poche (un **ventricule laryngé**) (fig. 8.221A). Un prolongement tubulaire allongé de chaque ventricule (**saccule laryngé**) se développe en avant et en haut entre le pli vestibulaire et le cartilage thyroïde, et peut remonter jusqu'au sommet du cartilage thyroïde. Dans les parois de ces saccules laryngés se trouvent de nombreuses glandes muqueuses. Le mucus sécrété dans les saccules lubrifie les cordes vocales.

Fente vestibulaire et fente glottique

En regardant en vue supérieure (fig. 8.221C,D), on observe une ouverture de forme triangulaire (la **fente vestibulaire**)

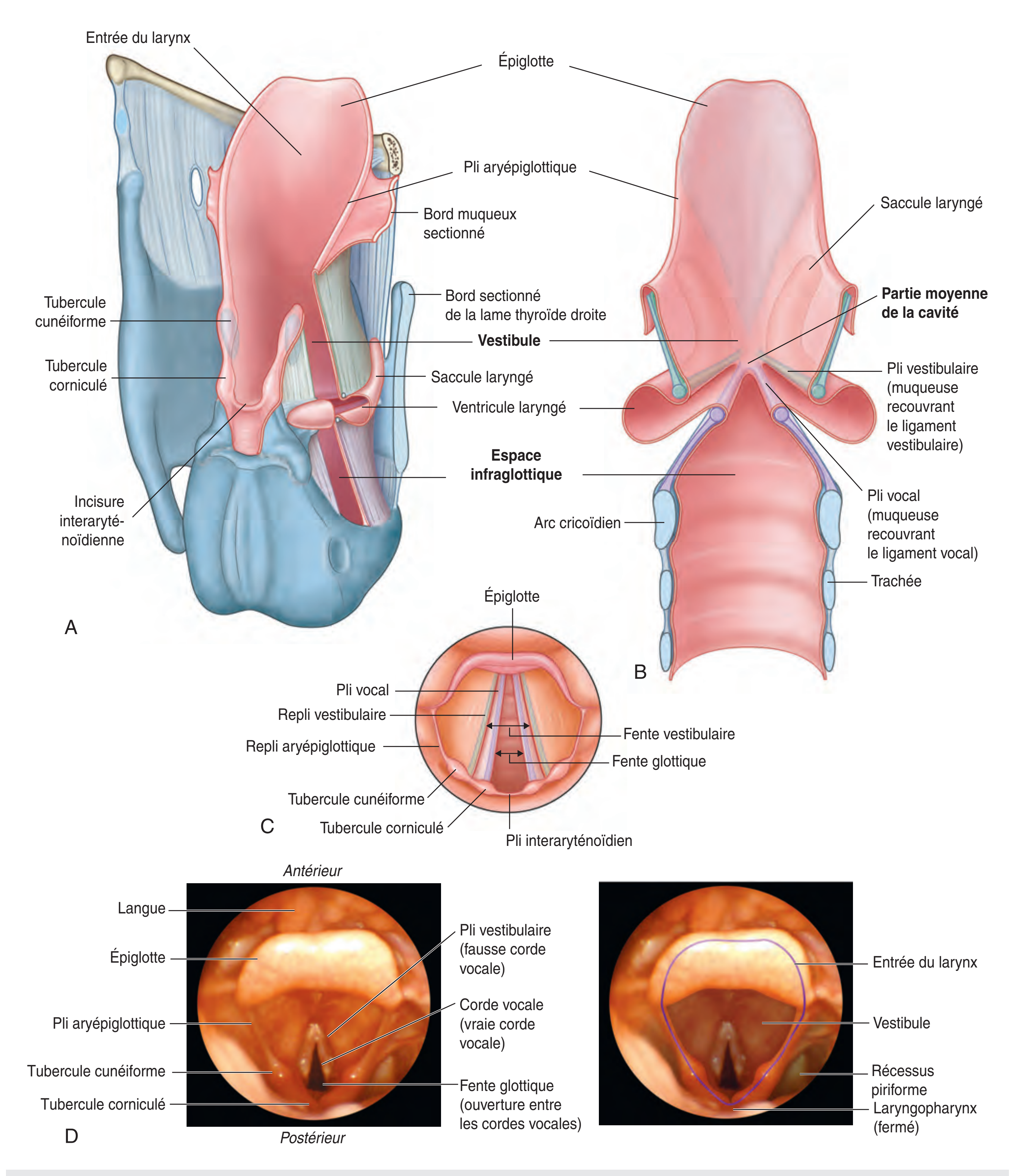


Figure 8.221 Cavité laryngée. **A.** Vue postérolatérale. **B.** Vue postérieure (larynx sectionné). **C.** Vue supérieure par l'entrée du larynx. **D.** Photographies légendées du larynx, vue supérieure.

entre les deux plis vestibulaires à l'entrée de la chambre moyenne de la cavité laryngée. L'apex de l'ouverture est antérieur et sa base est formée par la paroi postérieure de la cavité laryngée.

Sous les plis vestibulaires, les cordes vocales (vraies cordes vocales) et les parties adjacentes des cartilages aryténoïdes recouvertes de muqueuse forment les parois latérales d'une ouverture semblable, triangulaire, mais plus petite (la **fente glottique** entre les deux plis vocaux adjacents). Cette ouverture sépare la chambre moyenne en haut de la cavité infraglottique en dessous. La base de cette ouverture triangulaire est formée par la muqueuse (**pli interaryténoïdien**) au sommet de l'incisure interaryténoïdienne.

La fente glottique et la fente vestibulaire peuvent être ouvertes et fermées par le mouvement des cartilages aryténoïdes et des membranes fibroélastiques associées.

Muscles intrinsèques

Les muscles intrinsèques du larynx (tableau 8.19) règlent la tension des ligaments vocaux, ouvrent et ferment la fente glottique, contrôlent les dimensions internes du vestibule, ferment la fente vestibulaire et facilitent la fermeture de l'entrée du larynx. Ils réalisent ces actions par :

- mobilisation des articulations cricothyroïdiennes et cricoaryténoïdiennes ;
- réglage de la distance entre l'épiglotte et les cartilages aryténoïdes ;
- traction directe sur les ligaments vocaux ;
- traction des tissus mous associés aux membranes quadrangulaires et des ligaments vestibulaires vers la ligne médiane.

Tableau 8.19 Muscles intrinsèques du larynx.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Cricothyroïdien	Versant antérolatéral de l'arc du cartilage cricoïde	Partie oblique – corne inférieure de l'os hyoïde ; partie verticale – bord inférieur du cartilage thyroïde	Rameau externe du nerf laryngé supérieur, rameau du nerf vague (X)	Translation antérieure et rotation vers le bas du cartilage thyroïde dans l'articulation cricothyroïdienne
Cricoaryténoïdien postérieur	Fossette ovale sur la face postérieure de la lame du cartilage cricoïde	Face postérieure du processus musculaire du cartilage aryténoïde	Rameau laryngé récurrent du nerf vague (X)	Abduction et rotation externe du cartilage aryténoïde. Les muscles crico-arythénoïdiens postérieurs sont les premiers abducteurs des plis vocaux. En d'autres mots, ils sont les premiers agents de l'ouverture de la fente glottique.
Cricoaryténoïdien latéral	Face supérieure de l'arc du cartilage cricoïde	Face antérieure du processus musculaire du cartilage aryténoïde	Rameau laryngé récurrent du nerf vague (X)	Rotation interne du cartilage aryténoïde et adduction des plis vocaux
Aryténoïdien transverse	Bord latéral de la face postérieure du cartilage aryténoïde	Bord latéral de la face postérieure du cartilage aryténoïde controlatéral	Rameau laryngé récurrent du nerf vague (X)	Adduction des cartilages aryténoïdes
Aryténoïdien oblique	Face postérieure des processus musculaires du cartilage aryténoïde	Face postérieure de l'apex du cartilage aryténoïde adjacent ; extension sur le pli aryténoïdien	Rameau laryngé récurrent du nerf vague (X)	Sphincter de l'entrée du larynx
Thyroaryténoïdien	Angle thyroïdien et ligament cricothyroïdien	Face antérolatérale du cartilage aryténoïde ; certaines fibres continuent sur les plis aryépiglottiques jusqu'au bord latéral de l'épiglotte	Rameau laryngé récurrent du nerf vague (X)	Sphincter du vestibule et de l'entrée du larynx
Vocal	Face latérale du processus vocal du cartilage aryténoïde	Ligament vocal et angle thyroïdien	Rameau laryngé récurrent du nerf vague (X)	Réglage de la tension dans les plis vocaux

Muscles cricothyroïdiens

Les muscles **cricothyroïdiens** en forme d'éventail sont insérés sur les faces antérolatérales de l'arc du cartilage cricoïde et s'étendent en haut et en arrière pour s'insérer sur le cartilage thyroïde (fig. 8.222).

Chaque muscle a une partie oblique et une partie verticale :

- la **partie oblique** se dirige en arrière depuis l'arc du cartilage cricoïde vers la corne inférieure du cartilage thyroïde ;
- la **partie verticale** monte plus directement de l'arc du cartilage cricoïde vers le bord postéro-inférieur de la lame thyroïde.

Les muscles cricothyroïdiens mobilisent les articulations cricothyroïdiennes. Ils tirent le cartilage thyroïde en avant et le font pivoter en bas vers le cartilage cricoïde. Ces actions mettent en tension les cordes vocales.

Les muscles cricothyroïdiens sont les seuls muscles intrinsèques du larynx innervés par les rameaux laryngés supérieurs des nerfs vagues (X). Tous les autres muscles intrinsèques sont innervés par les rameaux laryngés récurrents des nerfs vagues (X).

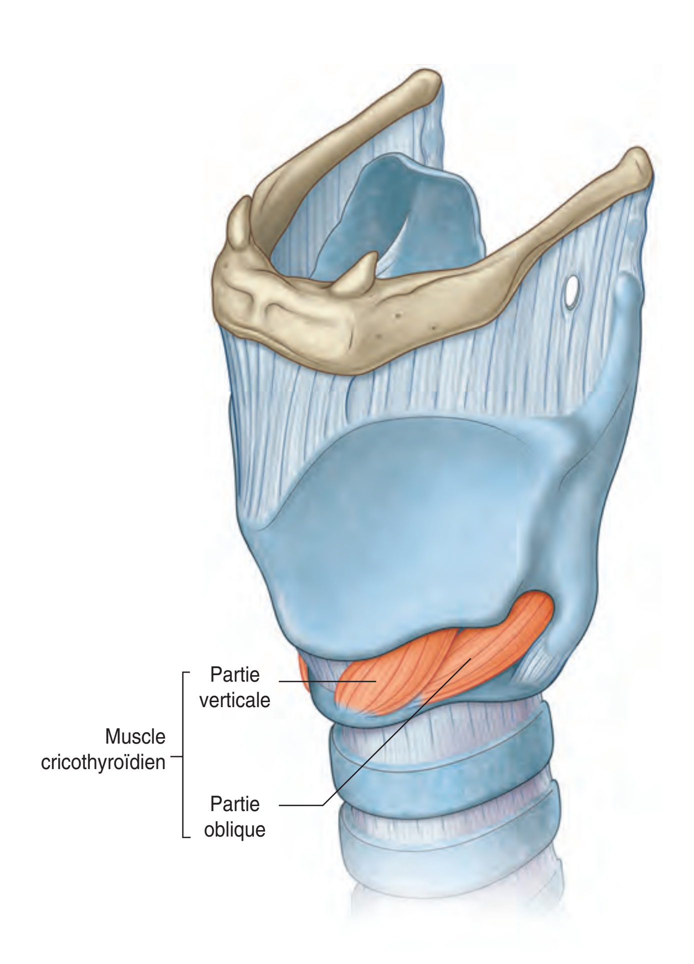


Figure 8.222 Muscle cricothyroïdien (vue antérolatérale gauche).

Muscles cricoaryténoïdiens postérieurs

Il existe des muscles **cricoaryténoïdiens postérieurs** droit et gauche (fig. 8.223). Les fibres de chaque muscle naissent d'une grande et peu profonde dépression à la face postérieure de la lame du cartilage cricoïde, et se dirigent en haut et latéralement pour converger sur le processus musculaire du cartilage aryténoïde.

Les muscles cricoaryténoïdiens postérieurs sont abducteurs et rotateurs externes des cartilages aryténoïdes, ce qui ouvre la fente glottique. Ces muscles sont les principaux abducteurs des plis vocaux. Ils sont innervés par les rameaux laryngés récurrents des nerfs vagues (X).

Muscles cricoaryténoïdiens latéraux

Le muscle **cricoaryténoïdien latéral** naît de chaque côté de la face supérieure de l'arc du cartilage cricoïde, et se dirige en arrière et en haut pour s'insérer sur le processus musculaire du cartilage aryténoïde (fig. 8.223).

Les muscles cricoaryténoïdiens latéraux sont rotateurs internes des cartilages aryténoïdes. Ces mouvements provoquent l'adduction (fermeture) des plis vocaux.

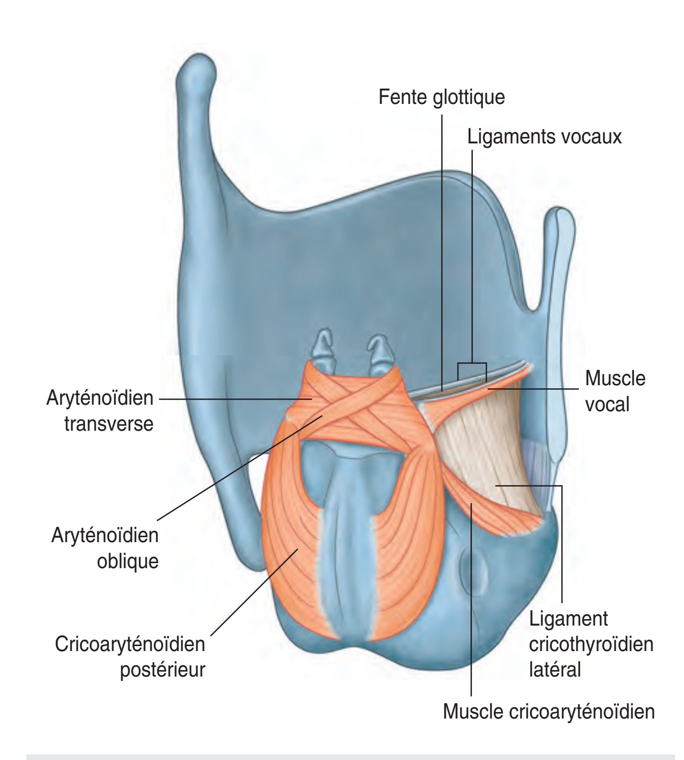


Figure 8.223 Muscles cricoaryténoïdiens, aryténoïdiens oblique et transverse, et vocal.

Les muscles cricoaryténoïdiens latéraux sont innervés par les rameaux laryngés récurrents des nerfs vagues (X).

Muscle aryténoïdien transverse

Le muscle **aryténoïdien transverse**, unique, s'étend dans l'espace entre les bords latéraux adjacents des cartilages aryténoïdes et couvre les faces postérieures de ces cartilages (fig. 8.223). Il est adducteur des cartilages aryténoïdes et est innervé par les rameaux laryngés récurrents des nerfs vagues (X).

Muscles aryténoïdiens obliques

Chacun des deux **muscles aryténoïdiens obliques** est tendu de la face postérieure des processus musculaires d'un cartilage aryténoïde à l'apex du cartilage aryténoïde opposé (fig. 8.223). Certaines fibres du muscle continuent latéralement autour du bord du cartilage aryténoïde et dans le pli aryténoïdien, où elles participent à la **partie aryépiglottique** du muscle (fig. 8.224).

Les muscles aryténoïdiens obliques peuvent rétrécir l'entrée du larynx en diminuant la distance entre les cartilages aryténoïdes et l'épiglotte. Ils sont innervés par les rameaux laryngés récurrents des nerfs vagues (X).

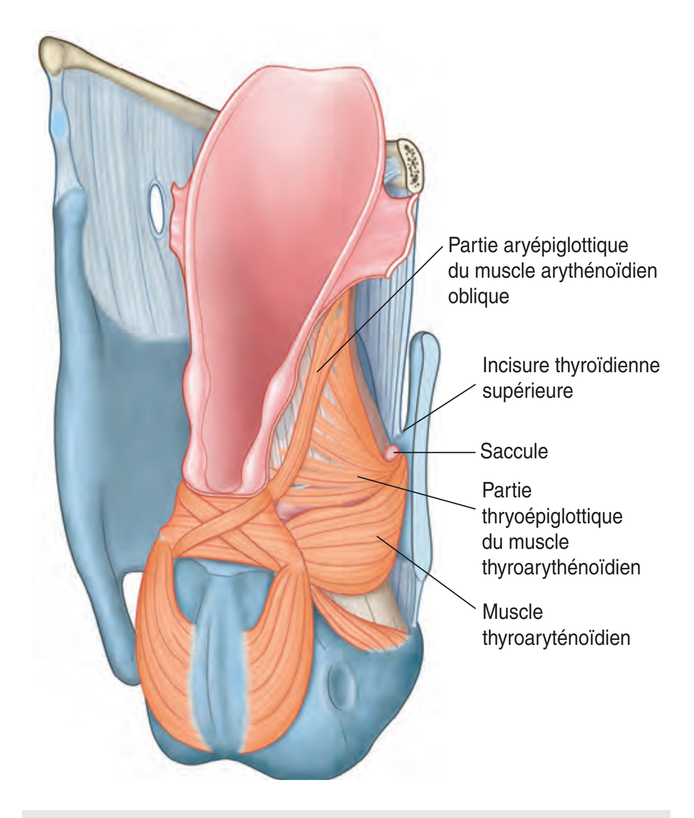


Figure 8.224 Muscle thyroaryténoïdien (vue postérolatérale droite).

Muscles vocaux

Les **muscles vocaux** sont des muscles allongés en dehors des ligaments vocaux et parallèlement à ceux-ci (fig. 8.223). Les fibres de chaque muscle sont insérées en arrière sur la face latérale du processus vocal et la fossette adjacente de la face antérolatérale du cartilage aryténoïde, et se terminent en avant le long du ligament vocal jusqu'à l'angle thyroïdien.

Les muscles vocaux règlent la tension des cordes vocales et sont innervés par les rameaux laryngés récurrents des nerfs vagues (X).

Muscles thyroaryténoïdiens

Les deux **muscles thyroaryténoïdiens** sont des muscles aplatis étendus en dehors de la membrane fibroélastique du larynx et des ventricules et saccules laryngés (fig. 8.224). Chaque muscle naît d'une ligne d'origine verticale sur la moitié inférieure de l'angle thyroïdien et la face externe adjacente du ligament cricothyroïdien, et se termine sur la face antérolatérale du cartilage aryténoïde. Certaines des fibres peuvent continuer dans le pli aryépiglottique et gagner le bord de l'épiglotte. Ces fibres constituent la **partie thyroépiglottique** du muscle.

Du fait de la configuration large des muscles thyroaryténoïdiens et de leur situation latérale par rapport à la membrane quadrangulaire, ils agissent comme un sphincter du vestibule en poussant les tissus mous en dedans des muscles vers la ligne médiane. Les muscles agissent aussi en fermant l'entrée du larynx en tirant les cartilages aryténoïdes en avant tout en tirant simultanément l'épiglotte vers les cartilages aryténoïdes.

Les muscles thyroaryténoïdiens sont innervés par les rameaux laryngés récurrents des nerfs vagues (X).

Fonction du larynx

Le larynx est un sphincter élaboré pour le tractus respiratoire inférieur et constitue un mécanisme de production des sons. Le réglage de la taille de la cavité centrale du larynx résulte de modifications des dimensions de la fente glottique, de la fente vestibulaire, du vestibule, et de l'entrée du larynx (fig. 8.225). Ces changements résultent des actions des muscles et de la biomécanique laryngée.

Respiration

Au cours de la respiration calme, l'entrée du larynx, le vestibule, la fente vestibulaire et la fente glottique sont de forme triangulaire (fig. 8.225A). Au cours de l'inspiration forcée (fig. 8.225B), les cartilages aryténoïdes sont tournés en rotation latérale, surtout sous l'action des muscles cricoaryténoïdiens postérieurs. En conséquence, les plis vocaux sont en abduction, et la fente glottique s'élargit et prend une forme

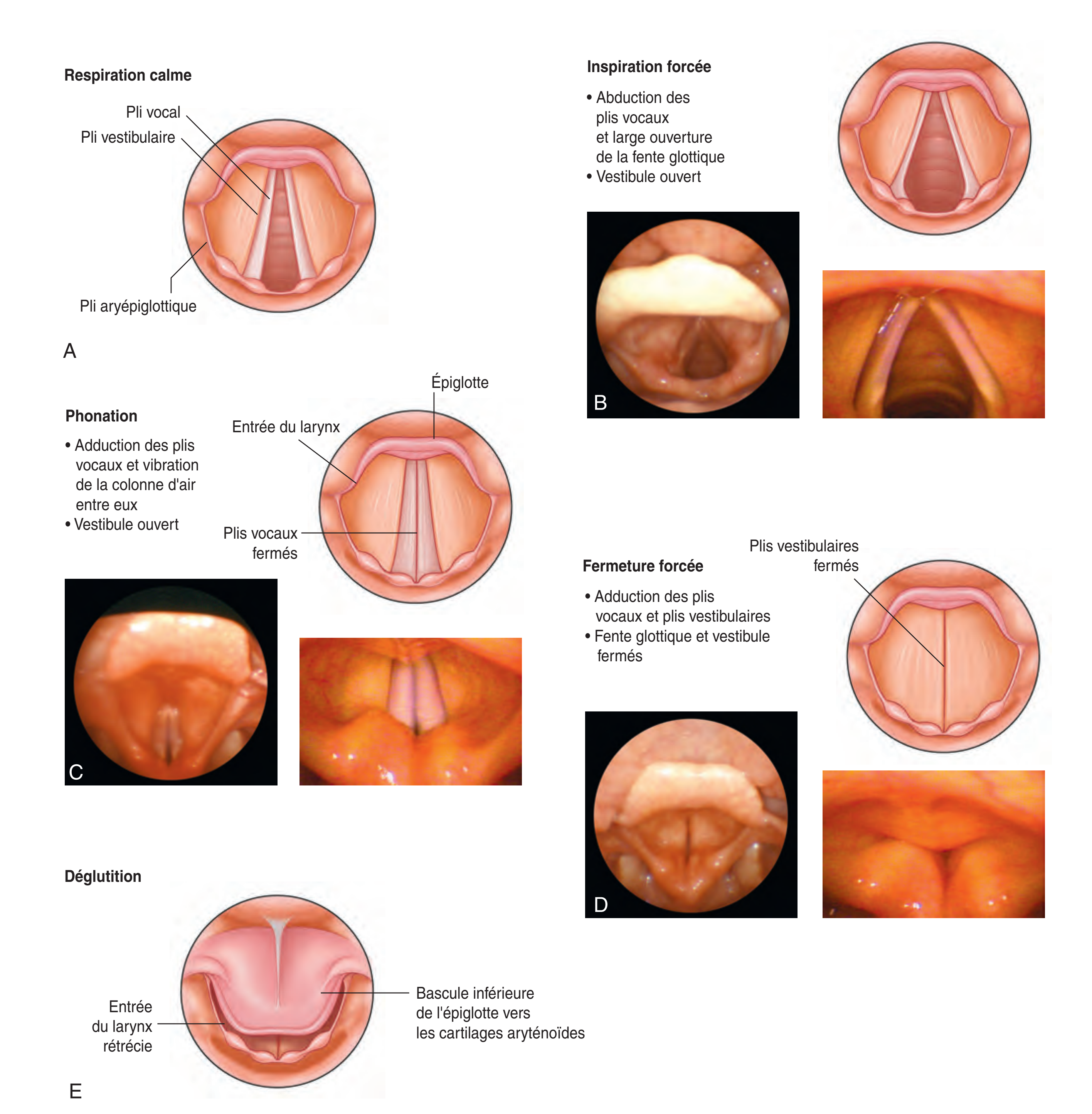


Figure 8.225 Fonction du larynx. **A.** Respiration calme. **B.** Inspiration forcée. **C.** Phonation. **D.** Fermeture forcée. **E.** Déglutition.

losangique (rhomboïde), qui augmente effectivement le diamètre de la voie aérienne.

Phonation

Au cours de la phonation, les cartilages aryténoïdes et les plis vocaux sont en abduction et l'air est poussé à travers la fente glottique fermée (fig. 8.225C). Cette action provoque la vibration des plis vocaux l'un contre l'autre et produit les sons, qui peuvent ensuite être modifiés par les parties supérieures de la voie aérienne et par la cavité orale. La tension des plis vocaux peut être ajustée par les muscles vocaux et cricothyroïdiens.

Effort à glotte fermée

La fermeture forcée du larynx (fig. 8.225D) survient lorsque l'air est retenu dans la cavité thoracique pour stabiliser le tronc, par exemple au cours d'un effort de soulèvement d'une charge lourde, ou pour augmenter la pression intra-abdominale. Au cours de la fermeture forcée, la fente glottique est complètement fermée, comme la fente vestibulaire et les parties inférieures du vestibule. Le résultat est l'obturation complète et forcée de la voie aérienne.

Déglutition

Au cours de la déglutition, la fente glottique, la fente vestibulaire et le vestibule sont fermés, et l'entrée du larynx est rétrécie. De plus, le larynx se déplace en haut et en avant. Cette action provoque la bascule de l'épiglotte vers le bas, vers les cartilages aryténoïdes, pour effectivement rétrécir ou fermer l'entrée du larynx (fig. 8.225E). Le mouvement du larynx vers le haut et vers l'avant ouvre aussi l'œsophage, qui est attaché à la face postérieure de la lame du cartilage cricoïde. Tous ces mouvements empêchent les solides et les liquides d'entrer dans la voie aérienne et facilitent leur passage à travers les récessus piriformes dans l'œsophage.

En clinique

Cricothyrotomie

Dans les situations d'urgence, lorsque les voies aériennes sont obstruées au-dessus du niveau des plis vocaux, le ligament cricothyroïdien médian peut être perforé pour introduire un petit tube par l'incision et rétablir une voie respiratoire. En dehors de petits vaisseaux et de la présence occasionnelle d'un lobe pyramidal de la glande thyroïde, il y a normalement très peu de structures entre la peau et le ligament cricothyroïdien.

En clinique

Trachéotomie

Une trachéotomie est une technique chirurgicale qui consiste à réaliser un trou dans la trachée pour y placer un tube afin d'assurer la ventilation.

Une trachéotomie est réalisée lorsque le larynx est obstrué, du fait de l'inhalation d'un corps étranger, d'un œdème grave secondaire à une réaction anaphylactique, ou d'un traumatisme sévère de la tête et du cou.

La situation classique de réalisation d'une trachéotomie est dans les conditions calmes de la salle d'opération. Une petite incision transverse est pratiquée dans le tiers inférieur du cou en avant. Les muscles en rubans sont réclinés latéralement et la trachée peut être bien exposée. Parfois, il est nécessaire de sectionner l'isthme de la glande thyroïde. Une incision est faite entre les deuxième et troisième anneaux cartilagineux, et une petite canule de trachéotomie est introduite.

Après le maintien en place de la trachéotomie pendant le temps nécessaire, elle est simplement enlevée. Le trou par lequel elle était insérée se referme le plus souvent sans intervention.

Les patients qui sont porteurs pendant longtemps d'une trachéotomie sont incapables d'émettre un son, car il n'y a plus de flux d'air traversant les cordes vocales.

En clinique

Laryngoscopie

La laryngoscopie est une technique médicale utilisée pour inspecter le larynx. Les indications de la laryngoscopie sont l'évaluation des patients présentant des troubles de la déglutition, l'examen des cordes vocales, et le bilan des tumeurs et des masses du larynx et des dysphonies.

Le larynx est typiquement visualisé par deux méthodes. La laryngoscopie indirecte utilise le passage d'un petit miroir monté sur une tige (assez semblable à un miroir dentaire) dans l'oropharynx permettant une observation indirecte du larynx. La laryngoscopie peut être réalisée en utilisant un appareil métallique à extrémité recourbée qui maintient la langue et l'épiglotte en avant, permettant l'inspection directe du larynx. Cette technique ne peut être réalisée que sur un patient anesthésié ou porteur d'une abolition du réflexe nauséeux. D'autres méthodes d'inspection utilisent le passage d'endoscopes à fibres optiques soit par la cavité orale soir par la cavité nasale.

Vaisseaux

Artères

La vascularisation artérielle du larynx est assurée par les artères laryngées supérieure et inférieure (fig. 8.226) :

- l'**artère laryngée supérieure** naît près du bord supérieur du cartilage thyroïde de la branche thyroïdienne de la carotide externe, et accompagne le rameau interne du nerf laryngé supérieur à travers la membrane thyrohyoïdienne pour atteindre le larynx ;
- l'**artère laryngée inférieure** naît de la branche thyroïdienne inférieure du tronc thyrocervical de l'artère subclavière, monte dans le sillon entre l'œsophage et la trachée – elle entre dans le larynx en passant en profondeur sous le bord du muscle constricteur inférieur du pharynx.

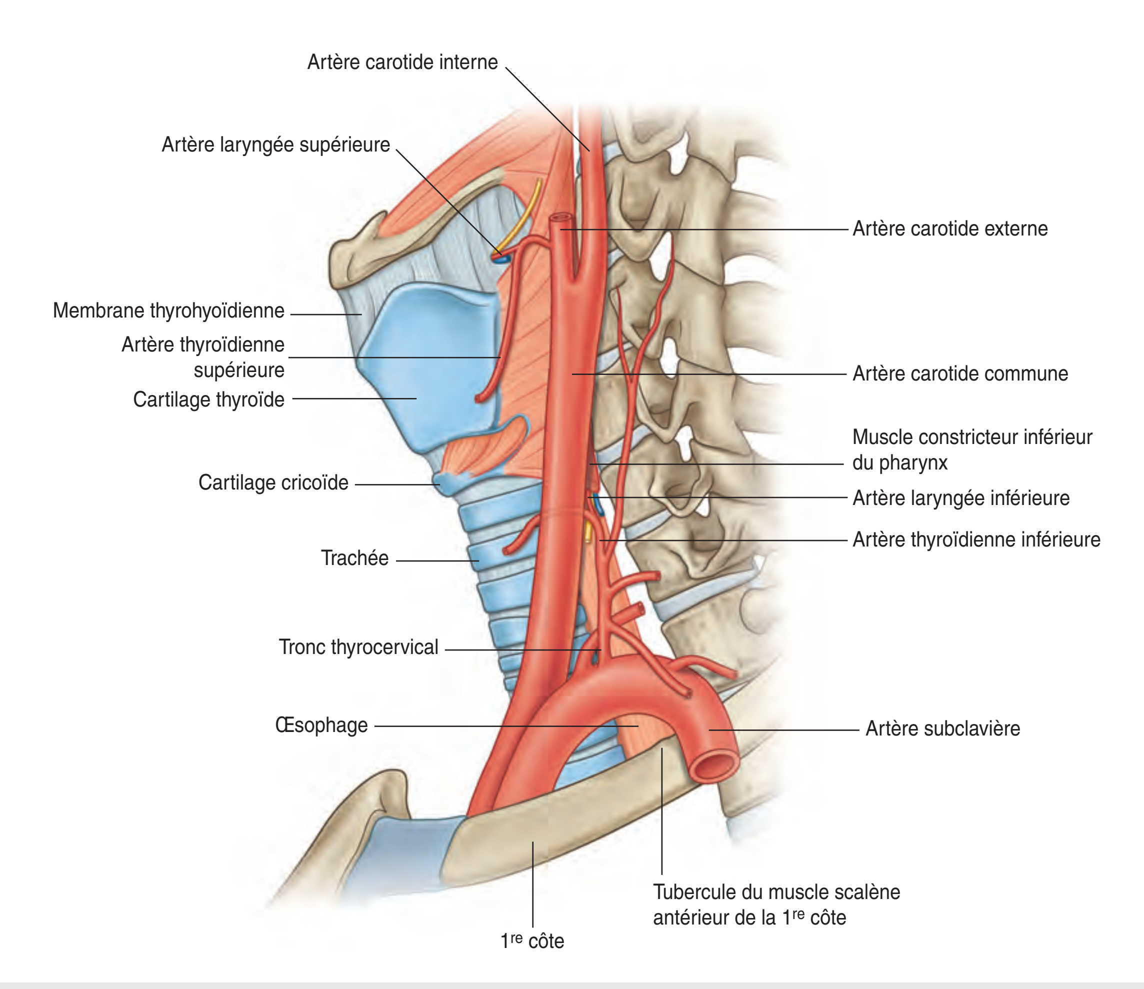


Figure 8.226 Vascularisation artérielle du larynx, vue latérale gauche.



Veines

Les veines qui drainent le larynx accompagnent les artères :

- la **veine laryngée supérieure** se draine dans la veine thyroïdienne supérieure, qui se draine à son tour dans la veine jugulaire interne (fig. 8.227) ;
- la **veine laryngée inférieure** se draine dans la veine thyroïdienne inférieure, qui se draine à son tour dans la veine brachiocéphalique gauche.

Lymphatiques

Les lymphatiques qui drainent les régions au-dessus et au-dessous des plis vocaux sont ainsi répartis :

- les lymphatiques qui proviennent de la région située au-dessus des plis vocaux suivent les artères laryngées supérieures et se terminent dans les nœuds cervicaux profonds associés à la bifurcation de l'artère carotide commune ;
- les lymphatiques qui drainent les régions situées sous les plis vocaux se terminent dans les nœuds profonds associés à l'artère thyroïdienne inférieure, ou bien aux nœuds associés à la face antérieure du ligament cricothyroïdien ou de la trachée supérieure.

Figure 8.227 Drainage veineux du larynx, vue antérieure.

Nerfs

L'innervation sensitive et motrice du larynx est assurée par deux rameaux du nerf vague (X) : les nerfs laryngés supérieurs et les nerfs laryngés récurrents (fig. 8.228).

Nerfs laryngés supérieurs

Les **nerfs laryngés supérieurs** naissent du ganglion vagal inférieur à la partie haute du cou (fig. 8.228). De chaque côté, le nerf descend en dedans de l'artère carotide interne et se divise en **rameaux interne** et **externe** juste au-dessus du niveau de la corne supérieure de l'os hyoïde :

- le rameau externe (nerf laryngé externe) descend le long de la paroi latérale du pharynx pour innerver et pénétrer le muscle constricteur inférieur du pharynx, et se termine en innervant le muscle cricothyroïdien ;
- le rameau interne (nerf laryngé inférieur) se dirige en avant et en bas pour pénétrer dans la membrane thyrohyoïdienne – il est surtout sensitif et innerve la cavité laryngée sous le niveau des plis vocaux.

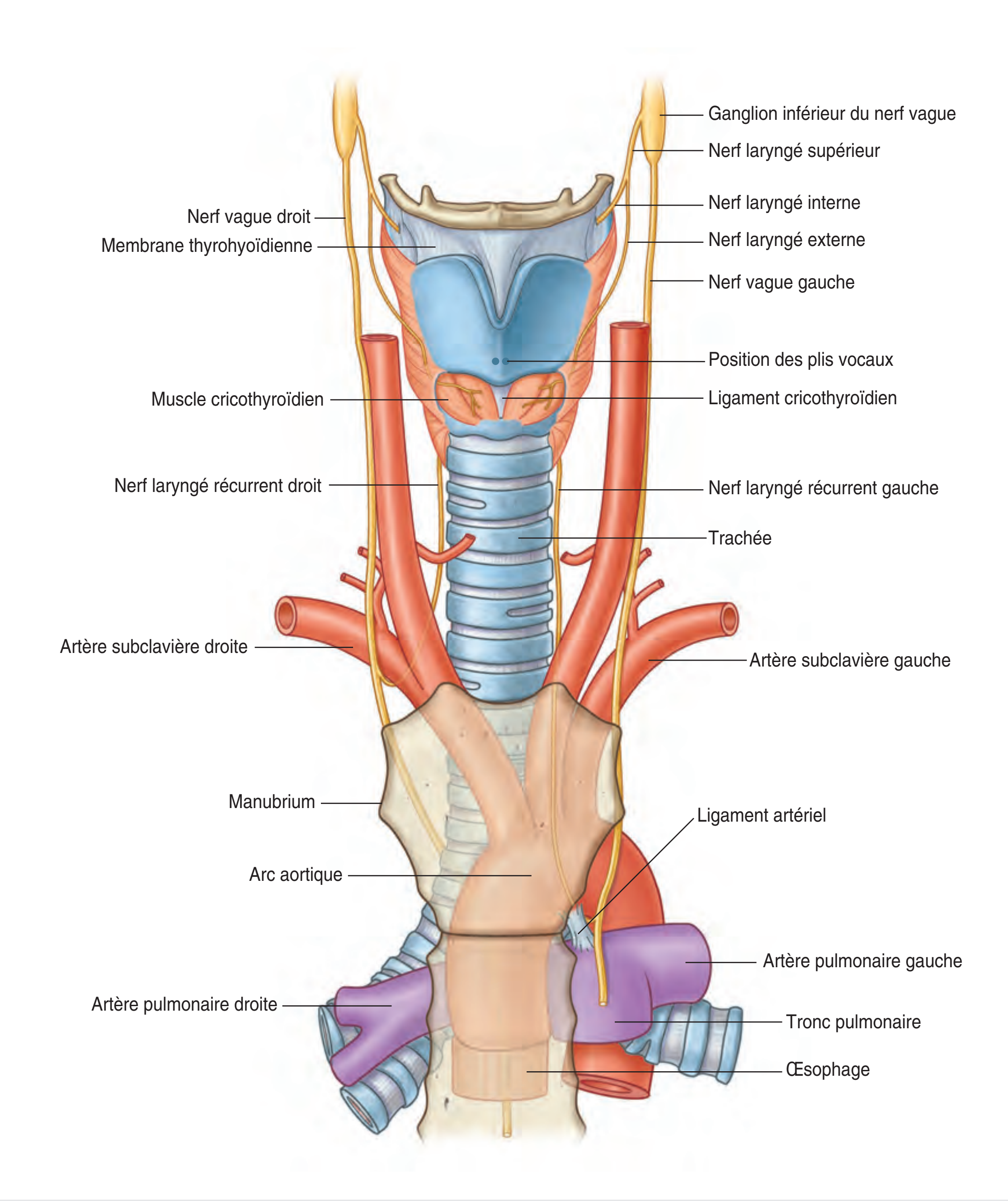


Figure 8.228 Innervation du larynx (vue antérieure).



Nerfs laryngés récurrents

Les nerfs laryngés récurrents sont (fig. 8.228) :

- sensitifs pour la cavité laryngée sous le niveau des plis vocaux ;
- moteurs pour tous les muscles intrinsèques du larynx, à l'exception du muscle cricothyroïdien.

Le nerf laryngé récurrent gauche naît dans le thorax, alors que le nerf laryngé récurrent droit naît dans la racine du cou. Les deux nerfs montent dans le cou dans le sillon entre l'œsophage et la trachée, et entrent dans le larynx en passant en profondeur sous le bord du muscle constricteur inférieur. Ils peuvent passer en dedans ou en dehors du – ou encore à travers le – **ligament latéral de la glande thyroïde**, qui attache la glande thyroïde à la trachée et à la partie inférieure du cartilage cricoïde de chaque côté.

CAVITÉS NASALES

Les deux cavités nasales constituent les parties supérieures des voies aériennes et contiennent les récepteurs olfactifs. Ce sont des espaces en forme de coins allongés, avec une grande base inférieure et un sommet supérieur étroit (fig. 8.229 et fig. 8.230), qui sont maintenus ouverts par une armature squelettique formée essentiellement d'os et de cartilage.

Les parties antérieures des cavités, plus petites, sont contenues dans la partie externe souple du nez, alors que les régions les plus grandes sont plus centrales dans le crâne. Les ouvertures antérieures des cavités nasales sont les narines, qui s'ouvrent à la face inférieure du nez. Les ouvertures postérieures sont les choanes, qui s'ouvrent dans le nasopharynx.

Les cavités nasales sont séparées :

- l'une de l'autre sur la ligne médiane par le septum nasal ;
- de la cavité orale en dessous par le palais dur ;

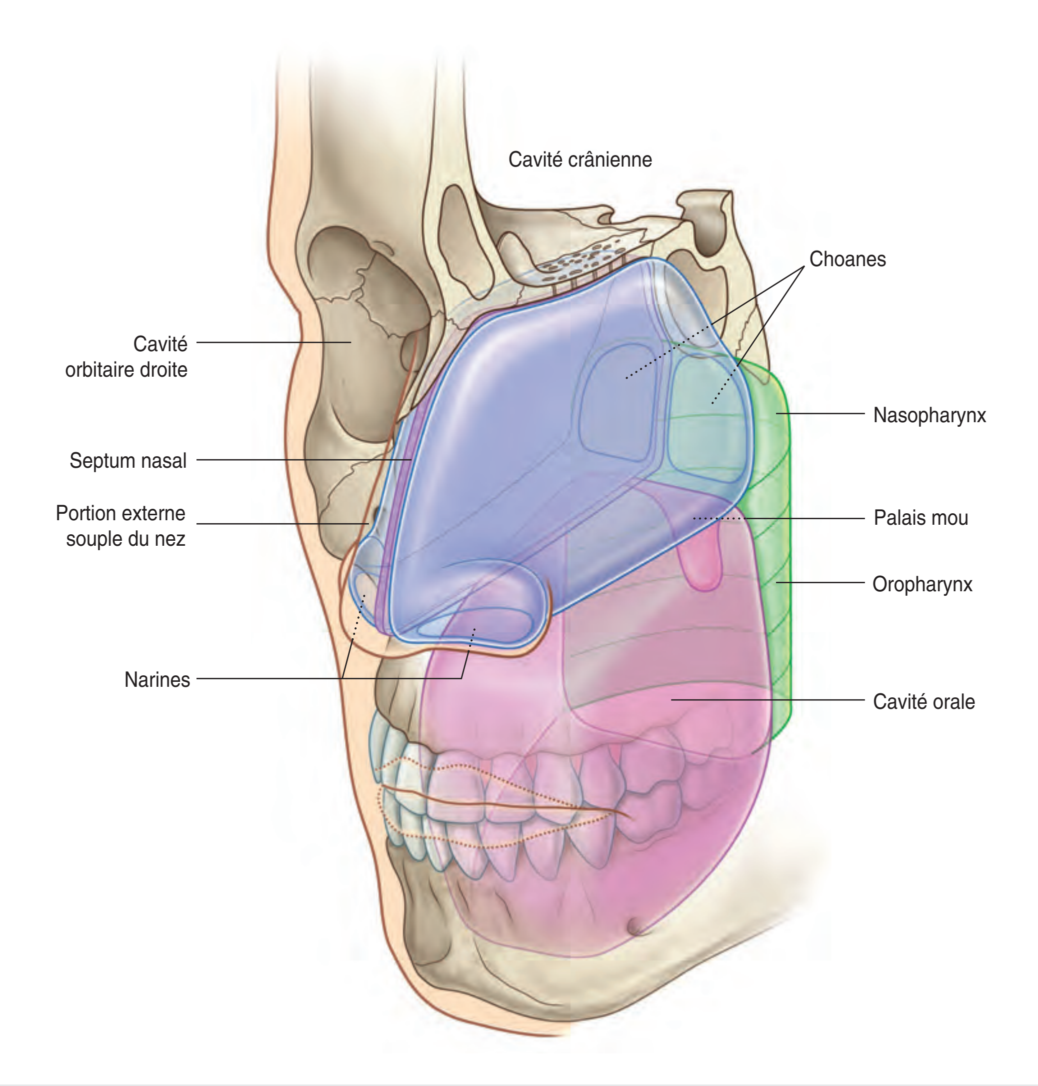


Figure 8.229 Cavités nasales (vue antérolatérale). Rapports avec les autres cavités.

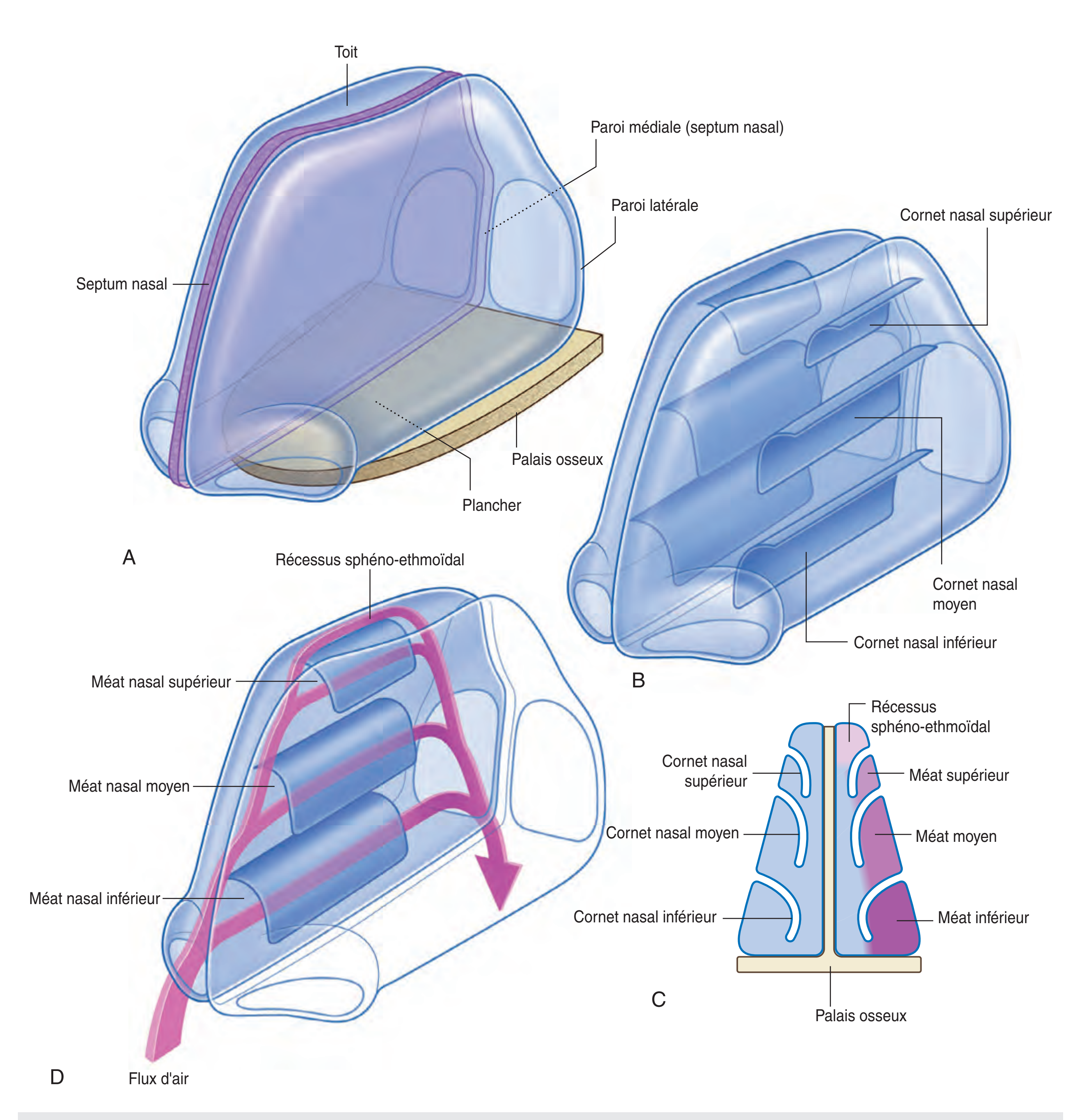


Figure 8.230 Cavités nasales. **A.** Plancher, toit et parois latérales. **B.** Cornets nasaux sur les faces latérales. **C.** Section coronale. **D.** Flux d'air dans la cavité nasale droite.

- de la cavité crânienne par des éléments des os frontal, ethmoïde et sphénoïde.

Latéralement, de part et d'autre des cavités nasales, se placent les cavités orbitaires.

Chaque cavité nasale a un plancher, un toit, une paroi médiale et une paroi latérale (fig. 8.230A).

Paroi latérale

La paroi latérale est caractérisée par trois lames osseuses courbes (les cornets nasaux), placées l'une au-dessus de l'autre, et développées en dedans et en bas dans la cavité nasale (fig. 8.230B). Les bords médial, antérieur et postérieur de chaque cornet nasal sont libres.

Les cornets nasaux divisent chaque cavité nasale en quatre flux d'air (fig. 8.230C,D) :

- un **méat nasal inférieur** entre le **cornet nasal inférieur** et le plancher nasal ;
- un **méat nasal moyen** entre le cornet nasal inférieur et le **cornet nasal moyen** ;
- un **méat nasal supérieur** entre le cornet nasal moyen et le **cornet nasal supérieur** ;
- un **récessus sphéno-ethmoïdal** entre le cornet supérieur et le toit de la fosse nasale.

Ces cornets nasaux augmentent la surface de contact entre les tissus de la paroi latérale et l'air inspiré.

Les ouvertures des sinus paranasaux, qui sont des prolongements des cavités nasales qui creusent les os voisins au cours de l'enfance et chez l'adulte jeune, sont situées sur la paroi latérale et le toit des cavités nasales (fig. 8.231). De plus, la paroi latérale présente aussi l'ouverture du conduit lacrymonasal, qui draine les larmes de l'œil à la cavité nasale.

Régions

Chaque cavité nasale est constituée de trois régions : le vestibule nasal, la région respiratoire et la région olfactive (fig. 8.232).

- Le **vestibule nasal** est un petit espace dilaté situé juste en dedans de la narine, et bordé par de la peau et des follicules pileux.
- La **région respiratoire** est la partie la plus grande de la cavité nasale, est richement innervée et vascularisée, et est recouverte par un épithélium respiratoire composé essentiellement de cellules ciliées et de cellules muqueuses.
- La **région olfactive** est petite, située au sommet de chaque cavité nasale, et bordée par l'épithélium olfactif, qui contient les récepteurs de l'olfaction.

En plus de leur rôle dans le sens de l'olfaction lié à la présence des récepteurs, les cavités nasales ajustent la température et l'humidité de l'air inspiré grâce à l'action d'un riche réseau vasculaire, et retiennent pour les rejeter les particules

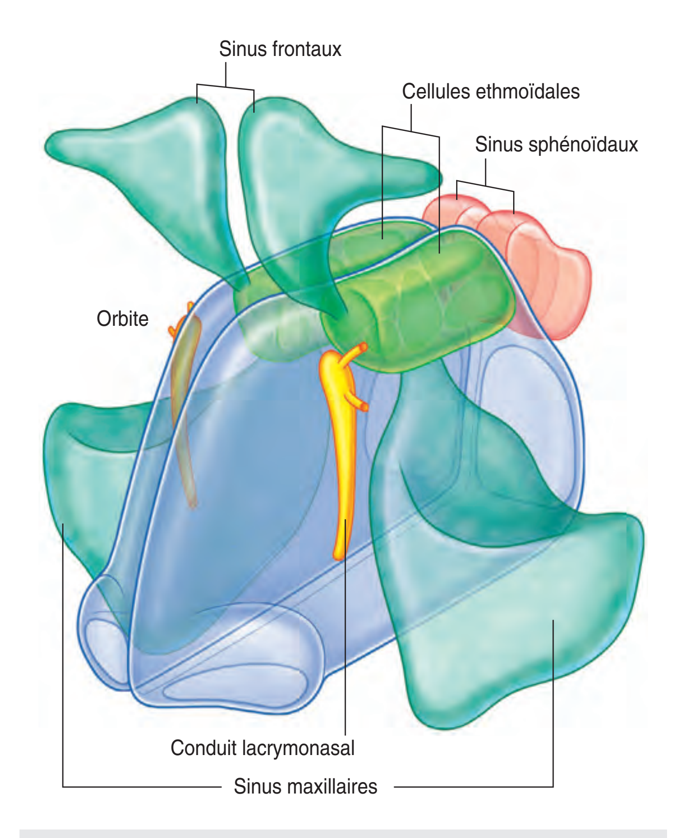


Figure 8.231 Sinus paranasaux et conduit lacrymonasal.

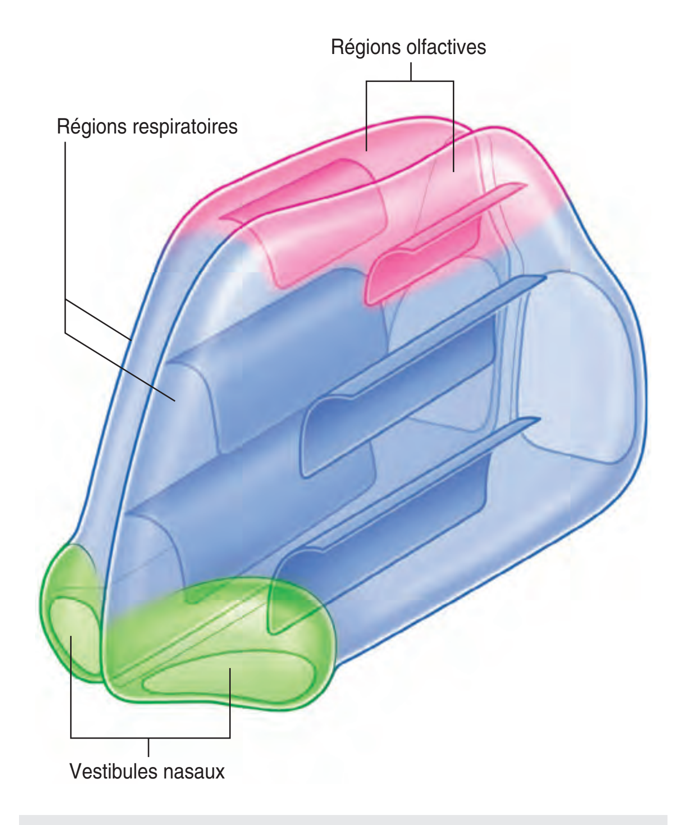


Figure 8.232 Régions des cavités nasales.

présentes dans le flux d'air dans les poils du vestibule et dans un abondant mucus. Le mucus à l'état normal est propulsé vers l'arrière par les cils des cellules épithéliales dans les cavités nasales et est dégluti.

Innervation et vascularisation

L'innervation des cavités nasales est assurée par trois nerfs :

- l'olfaction met en jeu le nerf olfactif (I) ;
- la sensibilité générale est véhiculée par le nerf trijumeau (V), la région antérieure est innervée par le nerf ophtalmique (V_1), et la région postérieure par le nerf maxillaire (V_2) ;
- toutes les glandes sont innervées par les fibres parasympathiques transportées par le nerf facial (VII) (nerf grand pétreux), qui s'unit aux fibres du nerf maxillaire (V_2) dans la fosse ptérygopalatine.

Les fibres sympathiques proviennent enfin du niveau de la moelle spinale T1. Elles font synapse essentiellement dans le ganglion sympathique cervical supérieur, et les fibres post-ganglionnaires gagnent les cavités nasales le long des vaisseaux, ou en rejoignant des rameaux du nerf maxillaire (V_2) dans la fosse ptérygopalatine.

La vascularisation des cavités nasales est assurée par :

- les branches terminales des artères maxillaire et faciale, qui naissent de l'artère carotide externe ;
- des branches ethmoïdales de l'artère ophtalmique, qui naît de l'artère carotide interne.

Architecture squelettique

Les os qui contribuent à l'architecture squelettique des cavités nasales comprennent :

- l'os ethmoïde, l'os sphénoïde, l'os frontal et le vomer, impairs ;
- les os nasaux, maxillaires, palatins et lacrymaux, pairs, ainsi que les cornets nasaux.

Parmi tous ces os associés aux cavités nasales, l'ethmoïde représente l'élément clé.

Os ethmoïde

L'os ethmoïde, impair et médian, est l'un des os du crâne les plus complexes. Il participe au toit, à la paroi latérale et à la paroi médiale des cavités nasales, et contient les cellules aériques ethmoïdales (sinus ethmoïdaux).

L'os ethmoïde est de forme globalement cuboïde (fig. 8.233A) et est composé de deux **labyrinthes ethmoïdaux** en forme de boîtes rectangulaires, un de chaque côté, réunis dans la partie supérieure par une lame osseuse perforée (la **lame criblée**). Une seconde lame osseuse (la **lame perpendiculaire**) descend verticalement dans le plan sagittal médian depuis la lame criblée pour former une partie du septum nasal.

Chaque labyrinthe ethmoïdal est composé de deux fines lames d'os qui englobent entre elles les cellules aériques ethmoïdales.

- La lame latérale de l'os (la **lame orbitaire**) est aplatie et forme une partie de la paroi médiale de l'orbite.
- La lame médiale de l'os forme la partie supérieure de la paroi latérale de la cavité nasale et est caractérisée par deux processus et un relief (fig. 8.233B) – les deux processus sont des lames osseuses courbes (les cornets nasaux supérieur et moyen), qui s'étendent en travers de la cavité nasale en s'incurvant vers le bas, et présentent un bord médial libre, alors que sous le bord d'implantation du cornet nasal moyen, les cellules ethmoïdales forment une saillie proéminente (la **bulle ethmoïdale**), sur la paroi médiale du labyrinthe.

Un sillon s'étend en avant et en haut, juste sous la bulle (l'**infundibulum ethmoïdal**), et se prolonge en haut, se rétrécit pour former un canal qui pénètre dans le labyrinthe ethmoïdal et s'ouvre dans le sinus frontal. Ce canal contient le conduit frontonasal qui draine le sinus frontal.

La face supérieure du labyrinthe ethmoïdal s'articule avec l'os frontal, qui complète le toit des cellules aériques ethmoïdales, alors que la face antérieure s'articule avec le processus frontal de l'os maxillaire et avec l'os lacrymal. La face inférieure s'articule avec le bord supérieur et médial de l'os maxillaire.

Un fin prolongement irrégulier (le **processus unciné**), sur la partie antérieure de la face inférieure du labyrinthe ethmoïdal, se dirige en arrière et en bas en croisant un grand orifice dans la paroi médiale de l'os maxillaire (l'**ostium maxillaire**) pour s'articuler avec le cornet nasal inférieur.

La lame criblée est placée à l'apex des cavités nasales et comble l'**incisure ethmoïdale** de l'os frontal (fig. 8.233), en séparant les cavités nasales en dessous de la cavité crânienne au-dessus. De petites perforations dans l'os permettent le passage des fibres du nerf olfactif (I) entre les deux régions.

Un processus triangulaire allongé (la **crista galli**), situé sur la ligne médiane à la face supérieure de la lame criblée, donne insertion à une cloison de la dure-mère (la faux du cerveau) dans la cavité crânienne.

La lame perpendiculaire de l'os ethmoïde est de forme quadrangulaire, descend de la lame criblée sur la ligne médiane, et forme la partie supérieure du septum nasal médian (fig. 8.233). Elle s'articule :

Figure 8.233 Os ethmoïde. **A.**Forme globale en vue antérieure. **B.** Coupe coronale du crâne.

- en arrière avec la crête sphénoïdale sur le corps de l'os sphénoïde ;
- en avant, avec l'épine nasale de l'os frontal et avec la ligne d'articulation sur la ligne médiane entre les deux os nasaux ;
- en bas et en avant avec le cartilage septal, en arrière avec le vomer.

Nez

La partie antérieure du nez prolonge en avant de la face les cavités nasales et oriente les narines vers le bas (fig. 8.234). Elle a une forme pyramidale dont le sommet est antérieur. L'angle supérieur du nez, entre les ouvertures des orbites, est en continuité avec le front.

Comme les régions postérieures, les régions antérieures des cavités nasales situées dans le nez sont maintenues ouvertes par une armature squelettique, composée en partie d'os mais surtout de cartilage :

- les parties osseuses sont en continuité avec le crâne – à ce niveau, les os nasaux et des parties des os maxillaires et frontaux constituent un support ;
- en avant, et de chaque côté, ce support est assuré par les **processus latéraux** du cartilage septal, le **grand cartilage alaire**, et trois ou quatre **cartilages alaires accessoires**, ainsi qu'un cartilage septal unique, sur la ligne médiane, qui forme la partie antérieure du septum nasal.

Sinus paranasaux

Il existe quatre sinus aériques paranasaux : les cellules ethmoïdales, et les sinus sphénoïdaux, maxillaires et frontaux (fig. 8.235A,B). Chaque sinus est dénommé selon l'os qui le contient.

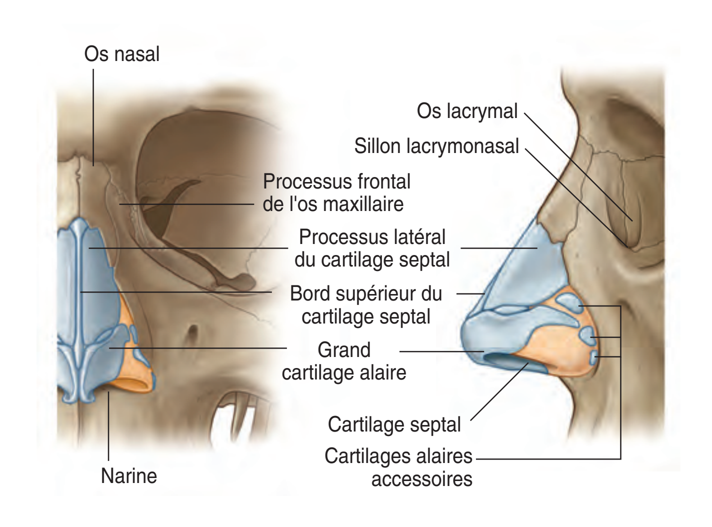


Figure 8.234 Nez.

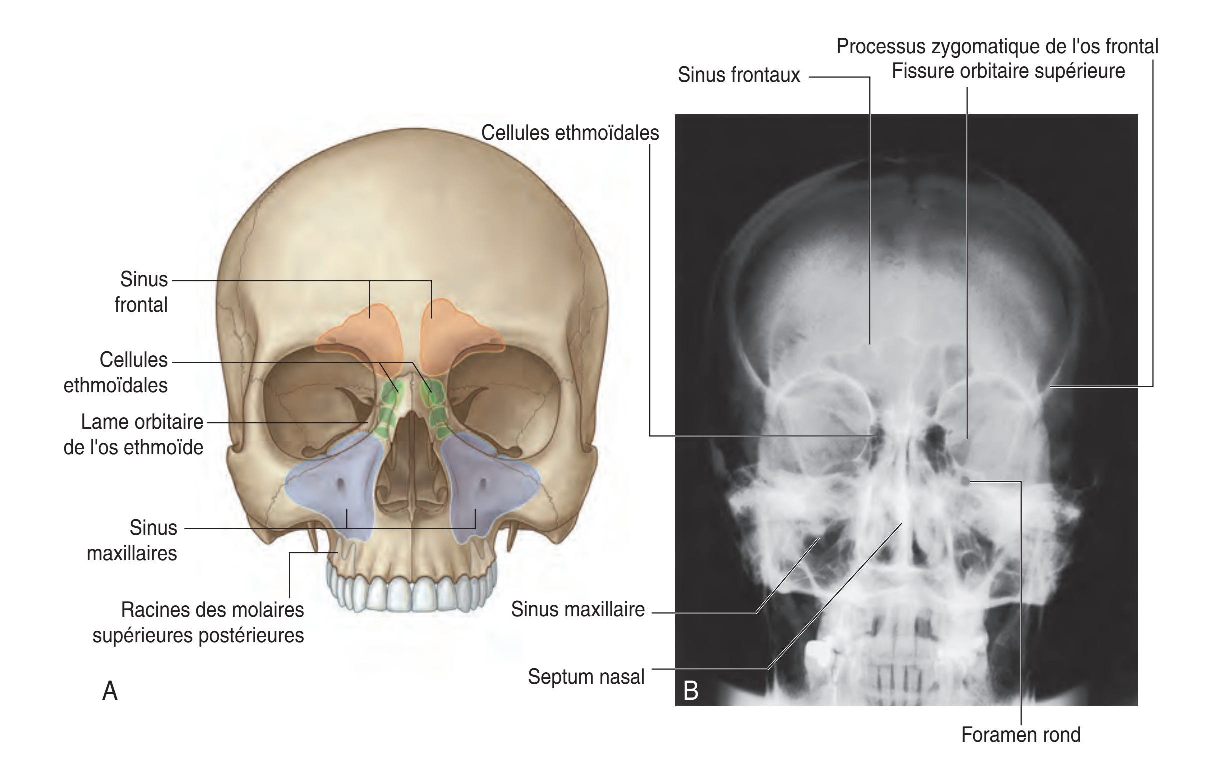
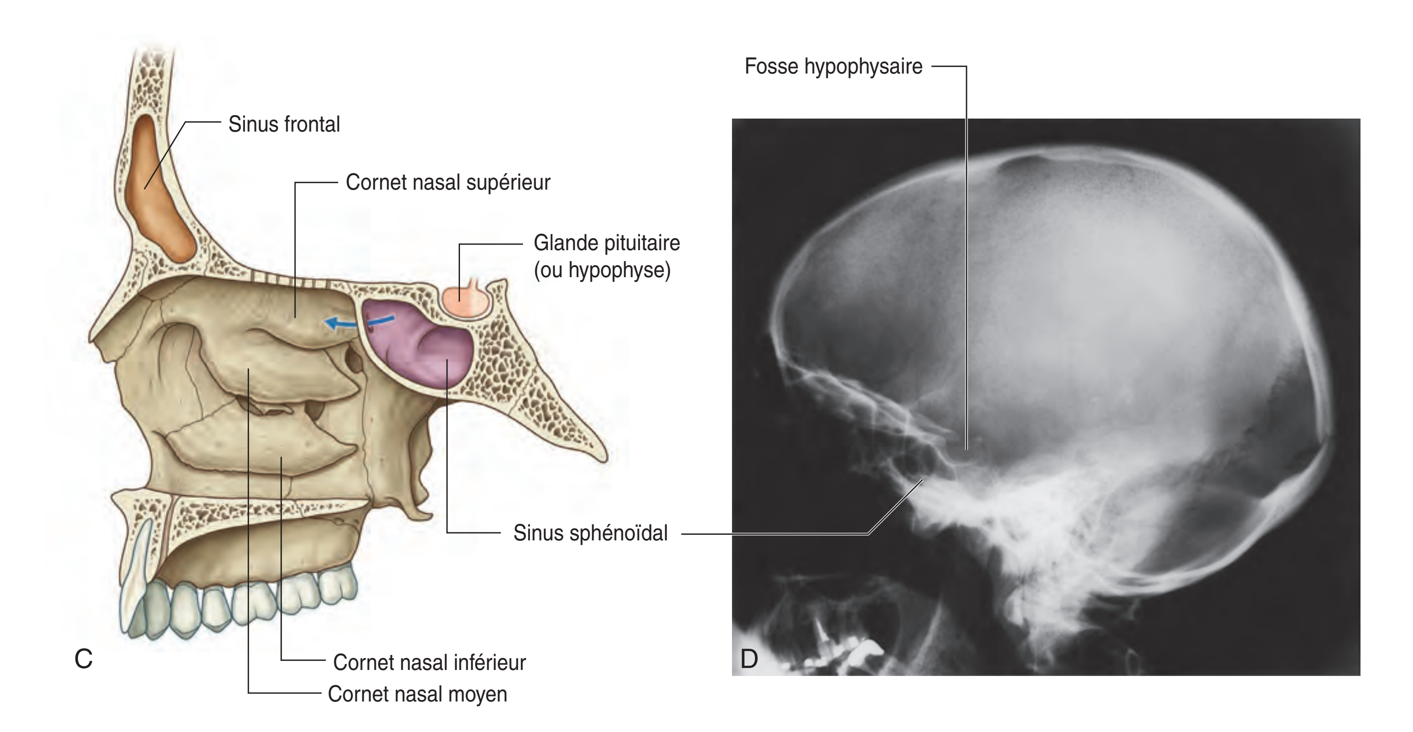


Figure 8.235 Sinus paranasaux. **A.** Vue antérieure. **B.** Radiographie du crâne en incidence postéroantérieure.





C. Vue paramédiane de la cavité nasale droite. **D.** Radiographie du crâne de profil.

Les sinus paranasaux se développent comme des prolongements des cavités nasales et creusent les os de voisinage. Ils sont tous :

- tapissés par une muqueuse respiratoire, qui est ciliée et mucosécrétante ;
- ouverts dans les cavités nasales ;
- innervés par des rameaux du nerf trijumeau (V).

Sinus frontaux

Les sinus frontaux, un de chaque côté, sont de taille variable et représentent les sinus les plus haut situés (fig. 8.235A–C). Chacun d'eux est de forme triangulaire et situé dans la partie de l'os frontal placée sous le front. La base de chaque sinus triangulaire est orientée verticalement dans l'os sur la ligne médiane au-dessus de la racine du nez, et l'apex est latéral, approximativement à un tiers de la longueur du rebord orbitaire supérieur.

Chaque sinus frontal se draine dans la paroi latérale du méat moyen par le canal frontonasal, qui pénètre dans le labyrinthe ethmoïdal et continue dans l'infundibulum ethmoïdal jusqu'à l'extrémité antérieure du **hiatus semilunaire**.

Les sinus frontaux sont innervés par des rameaux du nerf supraorbitaire, né du nerf ophtalmique (V_1). Leur vascularisation osseuse provient de branches des artères ethmoïdales antérieures.

Cellules ethmoïdales

Les cellules ethmoïdales, de chaque côté, creusent le labyrinthe ethmoïdal (fig. 8.235A,B). Chaque groupe de cellules est séparé de l'orbite par la fine lame orbitaire du labyrinthe ethmoïdal, et de la cavité nasale par la paroi médiale du labyrinthe ethmoïdal.

Les cellules ethmoïdales sont formées par un nombre variable de cavités séparées, qui sont divisées en cellules ethmoïdales antérieures, moyennes et postérieures en fonction de la localisation de leurs ouvertures sur la paroi latérale de la cavité nasale :

- les cellules ethmoïdales antérieures s'ouvrent dans l'infundibulum ethmoïdal ou dans le canal frontonasal ;
- les cellules ethmoïdales moyennes s'ouvrent dans la bulle ethmoïdale, ou dans la paroi latérale juste au-dessus de cette structure ;
- les cellules ethmoïdales postérieures s'ouvrent dans la paroi latérale du méat nasal supérieur.

Du fait de la fréquente érosion intraosseuse réalisée par les cellules ethmoïdales au-delà des limites du labyrinthe ethmoïdal, les parois peuvent être complétées par les os frontal, maxillaire, lacrymal, sphénoïde et palatin.

Les cellules ethmoïdales sont innervées par :

- les **rameaux ethmoïdaux antérieurs** et **postérieurs** du nerf nasociliaire issu du nerf ophtalmique (V_1) ;

- le nerf maxillaire (V_2) par l'intermédiaire des rameaux orbitaires issus du ganglion ptérygopalatin.

Les cellules ethmoïdales reçoivent leur vascularisation par les branches des artères ethmoïdales antérieure et postérieure.

Sinus maxillaires

Les sinus maxillaires, pairs, sont les plus grands sinus paranasaux et occupent complètement les corps des os maxillaires (fig. 8.235A,B). Chaque sinus est de forme pyramidale, avec l'apex dirigé latéralement et la base en profondeur vers la paroi latérale de la cavité nasale adjacente. La paroi médiale ou base du sinus maxillaire est formée par l'os maxillaire, et par des parties du cornet nasal inférieur et de l'os palatin qui recouvrent le hiatus maxillaire.

L'ouverture du sinus maxillaire est située près de la partie supérieure de la base, au centre du hiatus semilunaire, qui creuse un sillon dans la paroi latérale du méat nasal moyen.

Les rapports du sinus maxillaire sont les suivants :

- la face supérolatérale (toit) est en rapport en haut avec l'orbite ;
- la face antérolatérale est en rapport en bas avec les racines des molaires supérieures et des prémolaires, et en avant avec la face ;
- la paroi postérieure est située en arrière de la fosse infratemporale.

Les sinus maxillaires sont innervés par les rameaux infraorbitaires et alvéolaires du nerf maxillaire (V_2), et reçoivent leur vascularisation par des branches des artères infraorbitaire et alvéolaire supérieure, branches collatérales des artères maxillaires.

Sinus sphénoïdaux

Les sinus sphénoïdaux, situés de chaque côté dans le corps du sphénoïde, s'ouvrent dans le toit de la cavité nasale, par des orifices creusés dans la paroi postérieure du récessus sphéno-ethmoïdal (fig. 8.235C,D). Les ouvertures sont en position haute sur les parois antérieures des sinus sphénoïdaux.

Les sinus sphénoïdaux sont en rapport :

- au-dessus, avec la cavité crânienne, et plus particulièrement avec la glande hypophyse et le chiasma optique ;
- latéralement, avec la cavité crânienne, et plus particulièrement avec les sinus caverneux ;
- en dessous et en avant, avec les cavités nasales.

Du fait de la séparation des sinus sphénoïdaux des cavités nasales en dessous et de la fosse hypophysaire au-dessus par de fines lames osseuses, la glande hypophyse peut être abordée chirurgicalement à travers le toit des cavités nasales en passant tout d'abord à travers la partie antéro-inférieure de l'os sphénoïde et dans les sinus sphénoïdaux, puis à travers la partie supérieure de l'os sphénoïde dans la fosse hypophysaire.

L'innervation des sinus sphénoïdaux est assurée par :

- le rameau ethmoïdal postérieur du nerf ophtalmique (V_1) ;
- le nerf maxillaire (V_2), par l'intermédiaire des rameaux orbitaires issus du ganglion ptérygopalatin.

Les sinus sphénoïdaux sont vascularisés par des branches des artères pharyngiennes, collatérales des artères maxillaires.

Parois, plancher et toit

Paroi médiale

La paroi médiale de chaque cavité nasale est la face recouverte de muqueuse du fin septum nasal, qui est orienté verticalement dans le plan sagittal et sépare les cavités nasales droite et gauche l'une de l'autre.

Le septum nasal (fig. 8.236) est formé par :

- le **cartilage du septum nasal** en avant ;
- en arrière, principalement le vomer et la lame perpendiculaire de l'os ethmoïde ;
- de petites contributions des os nasaux par leur réunion sur la ligne médiane, et par l'épine nasale de l'os frontal ;
- la participation des crêtes des os maxillaire et palatin, le rostre de l'os sphénoïde, et la crête incisive du maxillaire.

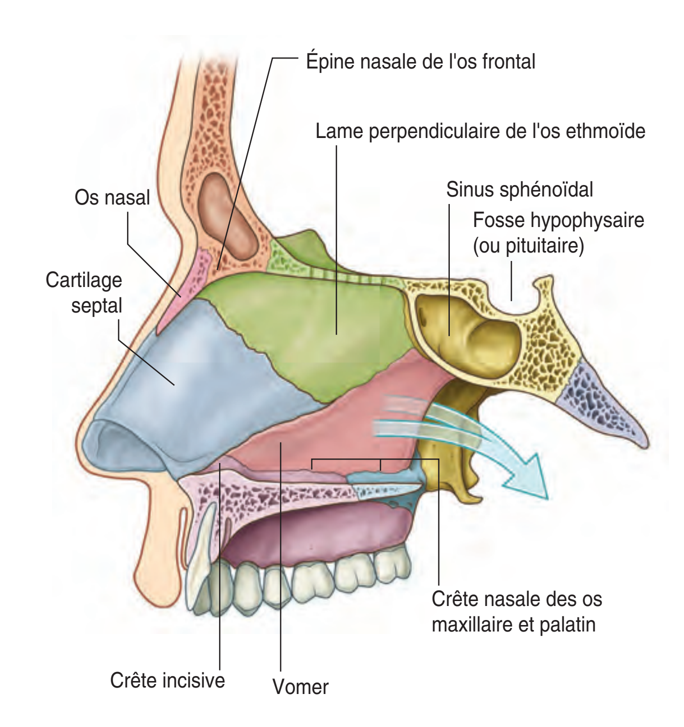


Figure 8.236 Paroi médiale de la cavité nasale – le septum nasal.



En clinique

Déviation du septum nasal

Le septum nasal est typiquement situé sur la ligne médiane ; cependant, la déviation septale d'un côté ou de l'autre est fréquente, et dans de nombreux cas secondaire à un traumatisme. La déviation septale extrême peut provoquer une obstruction nasale. La déviation peut être corrigée chirurgicalement.

Plancher

Le plancher de chaque fosse nasale (fig. 8.237) est lisse, concave et beaucoup plus large que le toit. Il est constitué par :

- les tissus mous de la partie antérieure du nez ;
- la face supérieure du processus palatin du maxillaire, et la lame horizontale de l'os palatin, qui forment ensemble le palais dur.

Les narines s'ouvrent en avant dans le plancher, et l'ouverture supérieure du canal incisif est profonde sous la muqueuse, immédiatement en dehors du septum nasal, près de la partie antérieure du palais dur.

Toit

Le toit de la cavité nasale est étroit et culmine dans les régions centrales où il est formé par la lame criblée de l'os ethmoïde (fig. 8.238).

En avant de la lame criblée, le toit s'incline en bas vers les narines, et est formé par :

- l'épine nasale de l'os frontal et l'os nasal ;
- les processus latéraux du cartilage septal et les grands cartilages alaires de la partie antérieure du nez.

En arrière, le toit de chaque cavité s'incline en bas vers les choanes, et est formé par :

- la face antérieure de l'os sphénoïde ;
- l'aile du vomer et le processus sphénoïdal adjacent de l'os palatin ;
- le processus vaginal de la lame médiale du processus ptérygoïde.

Sous la muqueuse, le toit est perforé en haut par des ouvertures de la lame criblée, et en avant de ces orifices, par un foramen séparé pour les vaisseaux et nerfs ethmoïdaux antérieurs.

L'ouverture entre le sinus sphénoïdal et le récessus sphéno-ethmoïdal est située sur la partie postérieure inclinée du toit.

Paroi latérale

La paroi latérale de chaque cavité nasale est complexe, et est formée d'os, de cartilage et de tissus mous.

Cartilage septal
Sinus maxillaire
Narine
Épine nasale antérieure
Canal incisif
Processus palatin de l'os maxillaire
Crêtes nasales
Lame horizontale de l'os palatin
Palais mou

Figure 8.237 Plancher de la cavité nasale (vue supérieure).

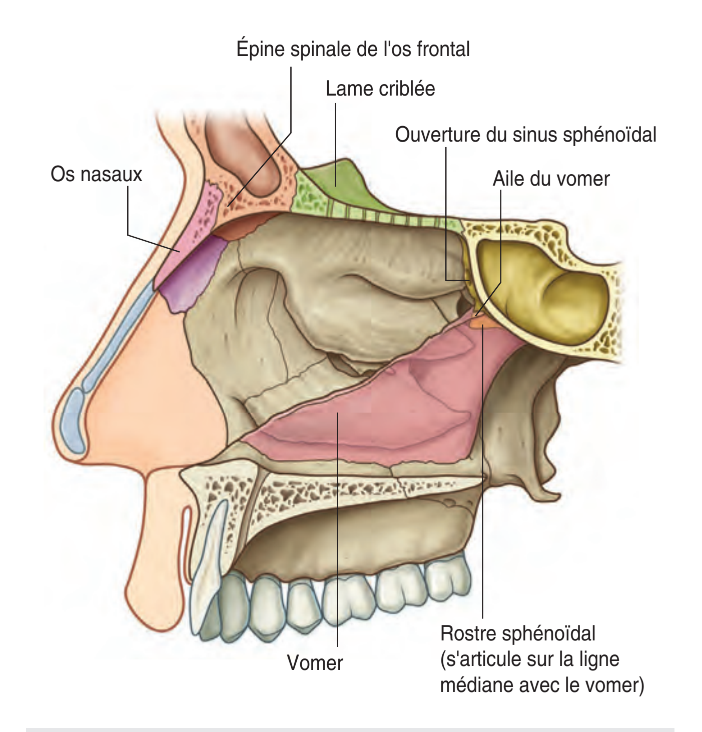


Figure 8.238 Toit de la cavité nasale.

L'architecture osseuse de la paroi latérale (fig. 8.239A) est constituée par :

- le labyrinthe ethmoïdal, le cornet nasal supérieur, le cornet nasal moyen et le processus unciné ;
- la lame perpendiculaire de l'os palatin ;
- la lame médiale du processus ptérygoïde de l'os sphénoïde ;
- les faces médiales des os lacrymal et maxillaire ;
- le cornet nasal inférieur.

Dans la partie antérieure du nez, la paroi latérale de la cavité est renforcée par du cartilage (processus latéral du cartilage septal, grands cartilages alaires et cartilages alaires accessoires) et par des tissus mous. La face de la paroi latérale a un contour irrégulier et est barrée par trois cornets nasaux.

Les cornets nasaux inférieur, moyen et supérieur (fig. 8.239B) se dirigent en dedans dans la cavité nasale, en séparant quatre flux aériens, un méat inférieur, un méat moyen, un méat supérieur et un récessus sphéno-ethmoïdal. Les cornets nasaux ne s'étendent pas en avant dans la partie antérieure du nez. L'extrémité antérieure de chaque cornet nasal s'incurve en bas pour former une lèvre qui déborde sur l'extrémité antérieure du méat concerné.

Immédiatement sous la ligne d'implantation du cornet moyen, et juste en avant du milieu du cornet, la paroi latérale du méat moyen s'élève pour former la bulle ethmoïdale en forme de dôme (fig. 8.239C). Ce relief correspond aux cellules ethmoïdales sous-jacentes, qui élargissent la paroi médiale du labyrinthe ethmoïdal.

Sous la bulle ethmoïdale, un sillon courbe (le hiatus semilunaire) est formé par la muqueuse qui couvre la paroi latérale en comblant un trou dans la paroi osseuse entre la bulle ethmoïdale en haut et le processus unciné en bas.

L'extrémité antérieure de la bulle ethmoïdale forme un canal (l'infundibulum ethmoïdal), qui s'incurve vers le haut et continue en formant le canal frontonasal à travers la partie antérieure du labyrinthe ethmoïdal pour s'ouvrir dans le sinus frontal.

Le conduit lacrymonasal et la plupart des sinus paranasaux s'ouvrent dans la paroi latérale de la cavité nasale (fig. 8.239C).

- Le conduit lacrymonasal s'abouche dans la paroi latérale du méat nasal inférieur sous la lèvre antérieure du cornet inférieur – il draine les larmes et naît de l'extrémité inférieure du sac lacrymal sur la paroi antéromédiale de l'orbite.
- Le sinus frontal se draine par le canal frontonasal et l'infundibulum ethmoïdal dans l'extrémité antérieure du hiatus semilunaire sur la paroi latérale du méat nasal moyen – les cellules ethmoïdales antérieures se drainent dans le canal frontonasal ou l'infundibulum ethmoïdal (dans certains cas, le sinus frontal s'ouvre directement dans l'extrémité antérieure du méat nasal moyen, et le

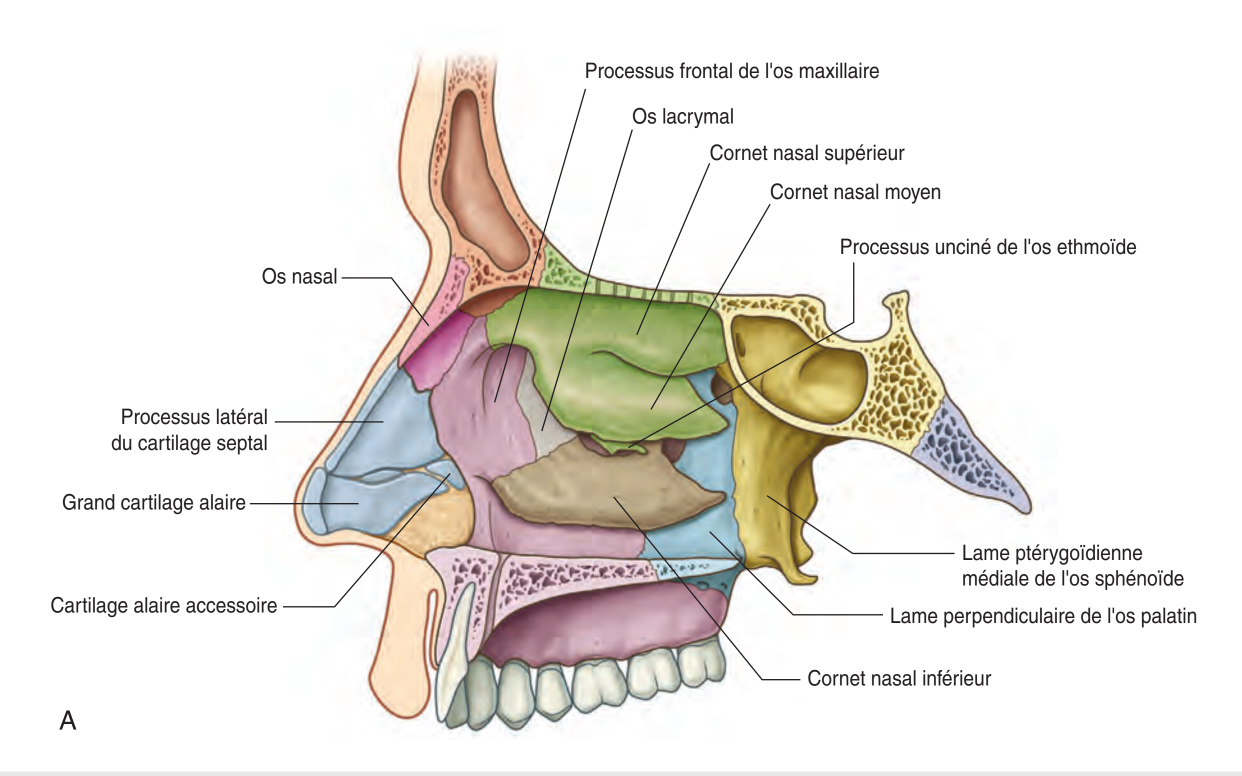


Figure 8.239 Paroi latérale de la cavité nasale. **A.** Os.

Cornet nasal supérieur
Cornet nasal moyen
Ouverture de la trompe auditive
Nasopharynx
Palais mou
Cornet nasal inférieur
B

Ouverture des cellules ethmoïdales moyennes dans la bulle ethmoïdale
Ouverture des cellules ethmoïdales postérieures dans la paroi latérale du méat supérieur
Ouverture dans l'infundibulum du canal frontonasal qui draine le sinus frontal et les cellules ethmoïdales antérieures
Ouverture du sinus sphénoïdal dans le récessus sphéno-ethmoïdal
Hiatus semilunaire
Ouverture du conduit lacrymonasal
Ouverture du sinus maxillaire dans le plancher du hiatus semilunaire
C

Figure 8.239 Suite **B.** Paroi recouverte de muqueuse. **C.** Cornets nasaux réséqués au niveau de leurs lignes d'implantation.

conduit frontonasal se termine de manière borgne dans les cellules ethmoïdales antérieures).

- Les cellules ethmoïdales moyennes s'ouvrent dans, ou juste au-dessus de, la bulle ethmoïdale.
- Les cellules ethmoïdales postérieures s'ouvrent habituellement dans la paroi latérale du méat nasal supérieur.
- Le grand sinus maxillaire s'ouvre dans le hiatus semilunaire, habituellement juste sous le centre de la bulle ethmoïdale – cette ouverture est proche du toit du sinus maxillaire.

Le sinus paranasal qui ne se draine pas dans la paroi latérale de la cavité nasale est le sinus sphénoïdal, qui s'ouvre en règle dans la partie postérieure inclinée du toit de la cavité nasale.

Narines

Les narines sont les orifices ovales situés à la face inférieure de la partie antérieure du nez et constituent les orifices des cavités nasales (fig. 8.240A). Elles sont maintenues ouvertes par les cartilages alaires qui les entourent et par le cartilage septal, ainsi que par l'épine nasale inférieure et les bords adjacents des maxillaires.

Bien que les narines soient continuellement ouvertes, elles peuvent être élargies par l'action de muscles liés à la mimique

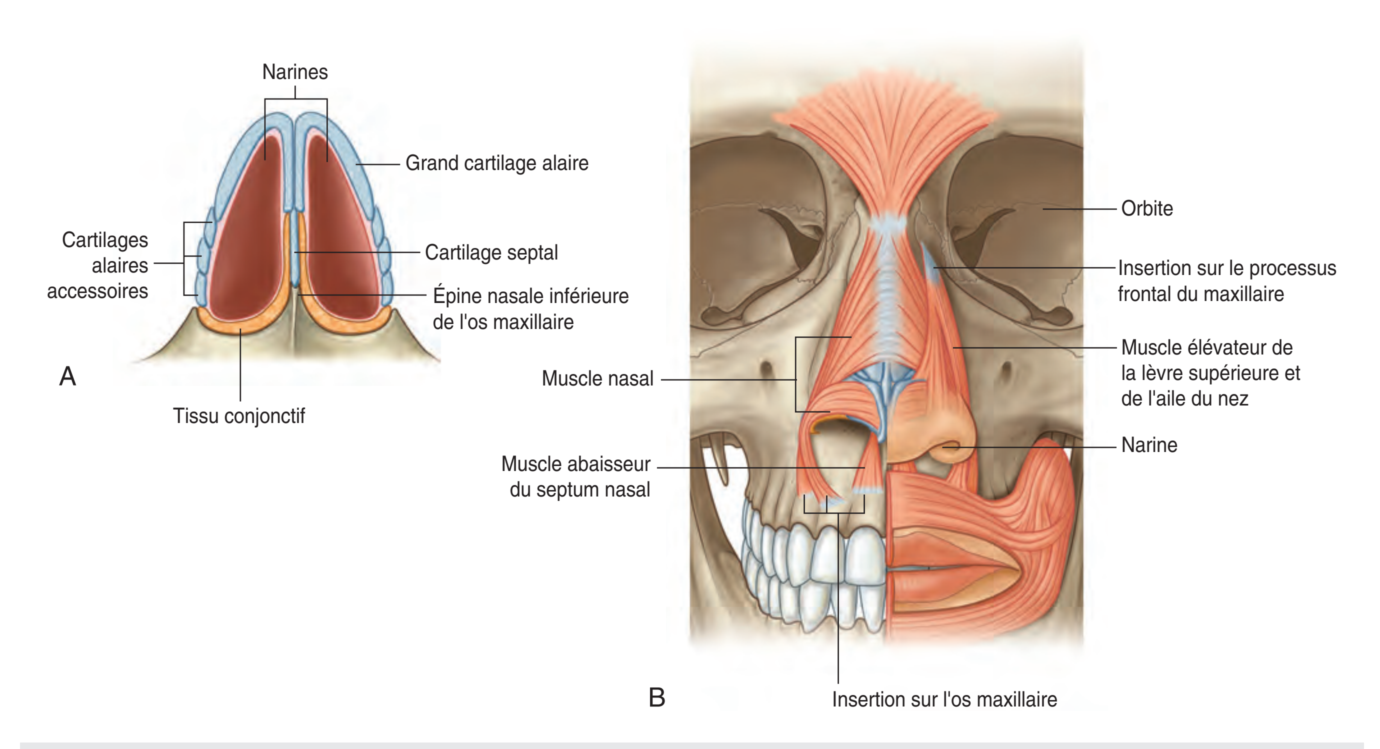


Figure 8.240 Narines. **A.** Vue inférieure. **B.** Muscles associés.

faciale (muscle nasal, muscle abaisseur du septum nasal, et muscle élévateur de la lèvre supérieure et de l'aile du nez ; fig. 8.240B).

Choanes

Les choanes sont les ouvertures de forme ovalaire situées entre les cavités nasales et le nasopharynx (fig. 8.241). À la différence des narines, qui ont des bords flexibles constitués de cartilage et de tissus mous, les choanes sont des ouvertures rigides totalement circonscrites par de l'os, et leurs limites sont formées :

- en bas, par le bord postérieur de la lame horizontale de l'os palatin ;
- latéralement, par le bord postérieur de la lame médiale du processus ptérygoïde ;
- médialement, par le processus postérieur du vomer.

Le toit des choanes est formé :

- en avant, par l'aile du vomer et le processus vaginal de la lame médiale du processus ptérygoïde ;
- en arrière, par le corps de l'os sphénoïde.

Figure 8.241 Choanes (vue postérieure). **A.** Vue d'ensemble. **B.** Vue agrandie.

Points d'entrée et de passage

Il existe de nombreux passages par lesquels les nerfs et les vaisseaux entrent et sortent des tissus mous qui recouvrent chaque cavité nasale (fig. 8.242); ce sont la lame criblée, le foramen sphénopalatin, le canal incisif, de petits foramens dans la paroi latérale, et autour du bord des narines.

Lame criblée

Les fibres du nerf olfactif (I) sortent de la cavité nasale et entrent dans la cavité crânienne à travers les perforations de la lame criblée. De plus, de petits foramens placés entre la lame criblée et l'os qui l'entoure permettent le passage du nerf ethmoïdal antérieur, un rameau du nerf ophtalmique (V_1) et des vaisseaux qui l'accompagnent, de l'orbite vers la cavité crânienne puis vers le bas dans la cavité nasale.

Par ailleurs, il existe une connexion chez certains individus entre les veines nasales et le sinus sagittal supérieur de la cavité crânienne à travers un foramen proéminent (le foramen cæcum) sur la ligne médiane entre la crista galli et l'os frontal.

Foramen sphénopalatin

L'une des plus importantes voies de passage permettant aux nerfs et aux vaisseaux d'entrer dans la cavité nasale est le foramen sphénopalatin dans la paroi postérolatérale du méat nasal supérieur. Ce foramen est situé juste au-dessus de l'implantation de l'extrémité postérieure du cornet nasal moyen, et est formé par l'incisure sphénopalatine de l'os palatin et le corps de l'os sphénoïde.

Le foramen sphénopalatin est la voie de communication entre la cavité nasale et la fosse ptérygopalatine. Les principales structures qui passent à travers ce foramen sont :

- la branche sphénopalatine de l'artère maxillaire ;
- le rameau nasopalatin du nerf maxillaire (V_2) ;
- les rameaux nasaux supérieurs du nerf maxillaire (V_2).

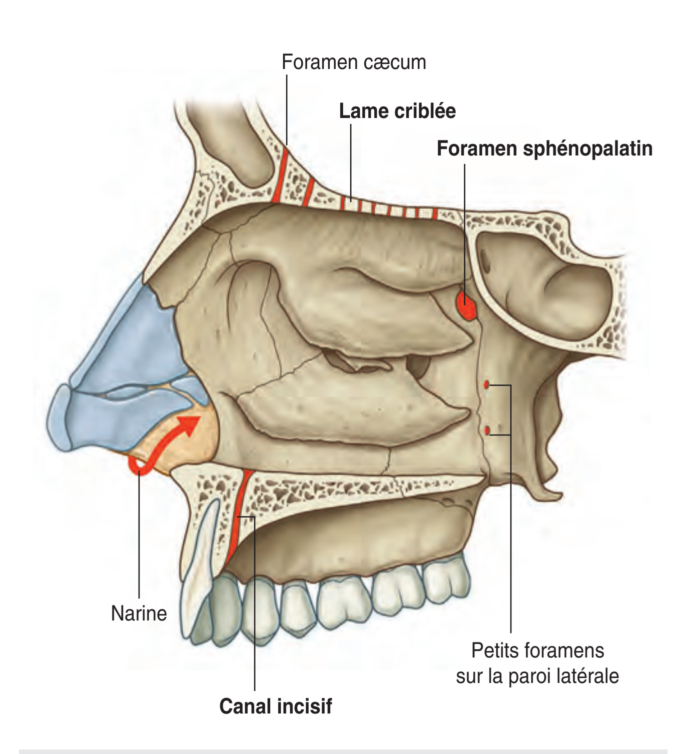


Figure 8.242 Points de passage vers les cavités nasales.

Canal incisif

Une autre voie d'entrée et de sortie des cavités nasales pour différentes structures est le **canal incisif** dans le plancher de chaque cavité nasale. Ce canal est immédiatement latéral au septum nasal et juste postérosupérieur à la racine de l'incisive centrale du maxillaire. Les deux canaux incisifs, un de chaque côté, s'ouvrent ensemble dans la fosse incisive, impaire, dans le toit de la cavité orale et livrent passage :

- au nerf nasopalatin, qui va de la cavité nasale à la cavité orale ;
- à la terminaison de l'artère grande palatine, de la cavité orale vers la cavité nasale.

Petits foramens de la paroi latérale

D'autres voies de passage pour l'entrée ou la sortie de vaisseaux et de nerfs dans ou hors de la cavité nasale comprennent les narines et de petits foramens dans la paroi latérale :

- des rameaux nasaux internes du nerf infraorbitaire du nerf maxillaire (V_2) et des branches alaires de l'artère nasale de l'artère faciale font une boucle autour de la narine pour entrer dans la paroi latérale de la cavité nasale de la face ;
- des rameaux nasaux inférieurs du rameau grand palatin du nerf maxillaire (V_2) entrent dans la paroi latérale de la cavité nasale depuis le canal palatin en passant par de petits foramens sur la paroi latérale.

Vaisseaux

Les cavités nasales ont une riche vascularisation pour contrôler l'humidité et la température de l'air inspiré. En fait, la sous-muqueuse de la région respiratoire, particulièrement celle en rapport avec les cornets nasaux et le septum, est souvent décrite comme « érectile » ou « caverneuse » du fait des possibilités de dilatation ou de rétraction du tissu selon le flux sanguin parcourant le système.



Artères

Les artères qui vascularisent la cavité nasale comprennent des vaisseaux qui proviennent à la fois des artères carotides interne et externe (fig. 8.243) :

- les vaisseaux qui naissent des branches de l'artère carotide externe sont les artères sphénopalatine, grande palatine, labiale supérieure et nasale latérale ;
- les vaisseaux qui naissent des branches de l'artère carotide interne sont les artères ethmoïdales antérieures et postérieures.

Artère sphénopalatine

Le plus important vaisseau qui vascularise les cavités nasales est l'**artère sphénopalatine** (fig. 8.243), qui est une branche terminale de l'artère maxillaire dans la fosse ptérygopalatine. Elle quitte la fosse ptérygopalatine et entre dans la cavité nasale en se dirigeant en dedans à travers le foramen sphénopalatin vers la paroi latérale de la cavité nasale.

Les **branches nasales postérieures et latérales** irriguent une grande partie de la paroi latérale, et s'anastomosent en avant avec les branches des artères ethmoïdales antérieures et postérieures, et avec les branches nasales latérales de l'artère faciale.

Les **branches septales postérieures** de l'artère sphénopalatine passent au-dessus du toit de la cavité et vers le septum nasal, où elles contribuent à la vascularisation de la paroi médiale. L'une de ces dernières branches continue en avant et en bas sur le septum nasal pour s'anastomoser avec la branche terminale de l'artère grande palatine et des branches septales de l'artère labiale supérieure.

Artère grande palatine

La partie terminale de l'**artère grande palatine** entre dans la partie antérieure du plancher de la cavité nasale en traversant vers le haut le toit de la cavité orale dans le canal incisif (fig. 8.243).

Comme l'artère sphénopalatine, l'artère grande palatine naît dans la fosse ptérygopalatine de l'artère maxillaire. Elle chemine d'abord sur le toit de la cavité orale en passant dans le canal palatin et le foramen grand palatin vers la partie postérieure du palais, puis chemine vers l'avant à la face inférieure du palais, et se dirige en haut dans la fosse incisive et le canal incisif pour gagner le plancher de la cavité nasale. L'artère grande palatine vascularise les régions antérieures de la paroi médiale et le plancher adjacent de la cavité nasale, et s'anastomose avec la branche septale de l'artère sphénopalatine.

Artère ethmoïdale antérieure
Cornet nasal moyen
Artère ethmoïdale postérieure
Cornet nasal supérieur
Artère sphénopalatine
Artère nasale externe, branche de l'artère ethmoïdale antérieure
Branche alaire de l'artère nasale latérale
Cornet nasal inférieur
Artère grande palatine
Branches nasales postérieures latérales de l'artère sphénopalatine
A
Branche septale de l'artère ethmoïdale antérieure
Branche septale de l'artère ethmoïdale postérieure
Aire d'anastomoses importantes (propice aux épistaxis)
Branche septale postérieure de l'artère sphénopalatine
Partie terminale de l'artère grande palatine
Branche septale de l'artère nasale, issue de l'artère labiale supérieure
B

Figure 8.243 Vascularisation artérielle des cavités nasales. **A.** Paroi latérale. **B.** Septum.

Artères labiale supérieure et nasale latérale

Les artères labiale supérieure et nasale latérale (fig. 8.243) naissent de l'artère faciale à la partie antérieure de la face.

L'**artère labiale supérieure** naît de l'artère faciale près de l'extrémité latérale de la fente orale et se dirige en dedans dans la lèvre, qu'elle irrigue, et donne ensuite naissance à des branches qui vascularisent le nez et la cavité nasale. Une branche alaire irrigue la région qui entoure la partie latérale des narines, et une branche septale se dirige dans la cavité nasale et vascularise les régions antérieures du septum nasal.

L'**artère nasale latérale** naît de l'artère faciale au contact du bord de la partie antérieure du nez et contribue à la vascularisation de cette partie antérieure du nez. Les branches alaires passent autour du bord latéral de la narine et irriguent le vestibule nasal.

Artères ethmoïdales antérieure et postérieure

Les artères ethmoïdales antérieure et postérieure (fig. 8.243) naissent dans l'orbite de l'artère ophtalmique, qui naît elle-même dans la cavité crânienne et constitue une branche importante de l'artère carotide interne. Elles passent dans des canaux dans la paroi médiale de l'orbite entre le labyrinthe ethmoïdal et l'os frontal, irriguent les sinus paranasaux adjacents, et entrent dans la cavité crânienne immédiatement en dehors et au-dessus de la lame criblée.

L'**artère ethmoïdale postérieure** descend dans la cavité nasale à travers la lame criblée, et donne des branches pour les parties supérieures des parois médiale et latérale.

L'**artère ethmoïdale antérieure** se dirige en avant, accompagnée par le nerf ethmoïdal antérieur, dans un sillon creusé sur la lame criblée, et entre dans la cavité nasale en descendant à travers un foramen en forme de fente situé immédiatement en dehors de la crista galli. Elle donne naissance aux branches qui vascularisent les parois médiale (septale) et latérale de la cavité nasale, et continue vers l'avant sur la face profonde de l'os nasal, pour venir se terminer en passant entre l'os nasal et le cartilage nasal latéral et émerger dans la partie antérieure du nez, en formant la branche nasale externe qui irrigue la peau et les tissus adjacents.

Les vaisseaux qui irriguent les cavités nasales forment entre eux des anastomoses très développées. Cela est particulièrement évident dans la région antérieure de la paroi médiale où il existe des anastomoses entre les branches des artères grande palatine, sphénopalatine, labiale supérieure, et ethmoïdale antérieure, et où les vaisseaux sont étroitement au contact de la surface (fig. 8.243B). Cette zone est le principal site de «saignements de nez» ou épistaxis.

Veines

Les veines qui drainent les cavités nasales suivent les artères (fig. 8.244) :

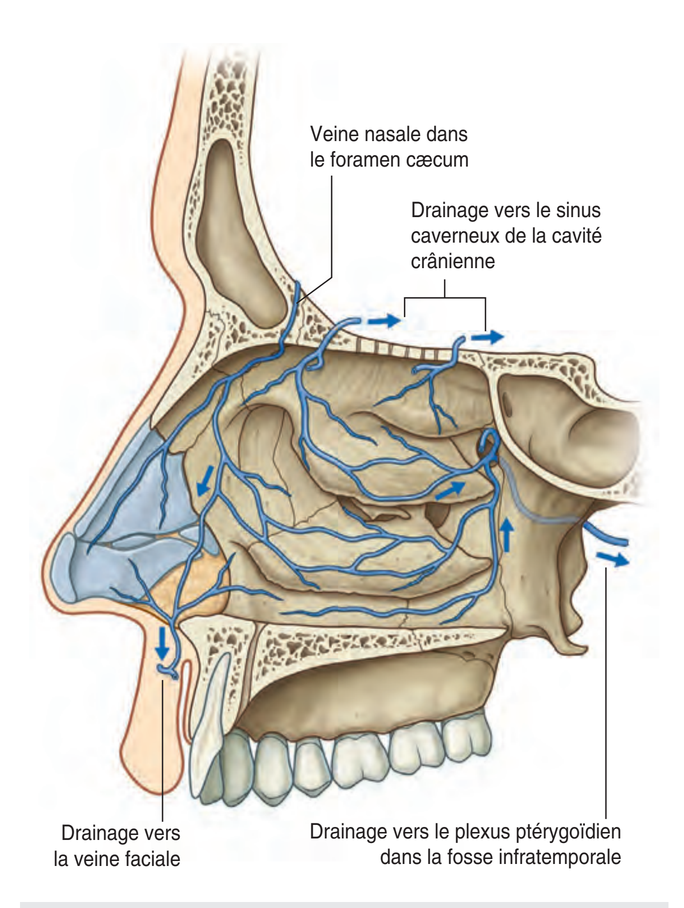


Figure 8.244 Drainage veineux des cavités nasales.

- les veines accompagnant les branches qui naissent de l'artère maxillaire se drainent dans le plexus veineux ptérygoïdien de la fosse infratemporale ;
- les veines des régions antérieures des cavités nasales rejoignent la veine faciale.

Chez certains individus, une veine nasale supplémentaire se dirige en haut à travers l'ouverture située sur la ligne médiane (le foramen cæcum), dans l'os frontal en avant de la crista galli, et se jette à l'extrémité antérieure du sinus sagittal supérieur. Du fait de la mise en communication par cette veine d'un sinus intracrânien avec des veines extracrâniennes, elle est appelée une veine émissaire. Les veines émissaires sont en général des voies de propagation des infections depuis les régions périphériques vers la cavité crânienne.

Les veines qui accompagnent les artères ethmoïdales antérieure et postérieure sont des afférences de la veine ophtalmique supérieure, qui est l'une des plus grandes veines émissaires et qui se draine dans le sinus caverneux de chaque côté de la fosse hypophysaire.

Innervation

Les nerfs qui innervent les cavités nasales sont (fig. 8.245) :

- le nerf olfactif (I), responsable de l'olfaction ;
- les rameaux des nerfs ophtalmique (V_1) et maxillaire (V_2), qui assurent la sensibilité générale.

L'innervation sécrétomotrice des glandes muqueuses des cavités nasales et des sinus paranasaux est assurée par des fibres parasympathiques du nerf facial (VII), qui s'unissent principalement à des rameaux du nerf maxillaire (V_2) dans la fosse ptérygopalatine.

Nerf olfactif (I)

Le nerf olfactif (I) est composé d'axones provenant des récepteurs de l'épithélium olfactif au sommet de chaque cavité nasale. Les faisceaux d'axones cheminent vers le haut par les perforations de la lame criblée pour faire synapse avec les neurones dans le bulbe olfactif du cerveau.

Rameaux du nerf ophtalmique (V_1)

Les rameaux du nerf ophtalmique (V_1) qui innervent les cavités nasales sont les nerfs ethmoïdaux antérieur et postérieur, qui naissent du nerf nasociliaire dans l'orbite.

Nerfs ethmoïdaux antérieur et postérieur

Le nerf ethmoïdal antérieur (fig. 8.245) accompagne l'artère ethmoïdale antérieure et quitte l'orbite à travers un canal entre le labyrinthe ethmoïdal et l'os frontal. Il traverse en les innervant les cellules ethmoïdales adjacentes et le sinus frontal, puis entre dans la cavité crânienne immédiatement en dehors et au-dessus de la lame criblée.

Il chemine ensuite en avant dans un sillon sur la lame criblée, puis entre dans la cavité nasale en descendant à travers un foramen en forme de fente immédiatement latéral à la crista galli. Il donne des rameaux pour les parois médiale et latérale de la cavité nasale, puis continue vers l'avant à la face profonde de l'os nasal. Il passe à la face externe du nez entre l'os nasal et le cartilage nasal latéral, puis se termine en **nerf nasal externe**, qui innerve la peau autour de la narine, dans le vestibule nasal et sur le bout du nez.

Figure 8.245 Innervation des cavités nasales. **A.** Paroi latérale de la cavité nasale droite. **B.** Paroi médiale de la cavité nasale droite.

Comme le nerf ethmoïdal antérieur, le nerf ethmoïdal postérieur quitte l'orbite à travers un canal similaire dans la paroi médiale de l'orbite. Il se termine en innervant la muqueuse des cellules ethmoïdales et le sinus sphénoïdal, et normalement ne se prolonge pas dans la cavité nasale proprement dite.

Rameaux du nerf maxillaire (V_2)

De nombreux rameaux nasaux du nerf maxillaire (V_2) innervent la cavité nasale. Plusieurs de ces rameaux nasaux (fig. 8.245) naissent dans la fosse ptérygopalatine, qui est située juste en dehors de la paroi latérale de la cavité nasale, et quittent la fosse pour entrer dans la cavité nasale en se dirigeant en dedans vers le foramen sphénopalatin ou à travers de plus petits foramens dans la paroi médiale :

- plusieurs de ces nerfs (**nerfs nasaux latéraux postérieurs et supérieurs**) se dirigent vers l'avant pour innerver la paroi latérale de la cavité nasale ;
- d'autres (**nerfs nasaux médiaux postérieurs et supérieurs**) croisent le toit vers le septum nasal et innervent ces deux régions ;
- le plus volumineux de ces nerfs est le **nerf nasopalatin**, qui se dirige en avant et en bas vers la paroi médiale de la cavité nasale pour passer dans le canal incisif vers le toit de la cavité orale, et se termine en innervant la muqueuse orale en arrière des incisives ;
- d'autres rameaux nerveux (**nerfs nasaux postérieurs et inférieurs**) naissent du nerf grand palatin, descendent de la fosse ptérygopalatine dans le canal palatin juste en dehors de la cavité nasale, et passent à travers de petits foramens osseux pour innerver la paroi latérale de la cavité nasale ;
- un petit nerf nasal naît aussi du rameau alvéolaire supérieur et antérieur du nerf infraorbitaire et se dirige en dedans à travers l'os maxillaire pour innerver la paroi latérale près de l'extrémité antérieure du cornet nasal inférieur.

Innervation parasympathique

L'innervation sécrétomotrice des glandes dans la muqueuse de la cavité nasale et des sinus paranasaux est assurée par les fibres parasympathiques préganglionnaires transportées par le rameau grand pétreux du nerf facial (VII). Ces fibres entrent dans la fosse ptérygopalatine et font synapse dans le ganglion ptérygopalatin (voir fig. 8.157). Les fibres postganglionnaires parasympathiques rejoignent alors les rameaux du nerf maxillaire (V_2) pour quitter la fosse et finalement gagner les glandes cibles.

Innervation sympathique

L'innervation sympathique, surtout mise en jeu dans la régulation du flux sanguin dans la muqueuse nasale, provient du niveau médullaire T1. Les fibres sympathiques préganglionnaires entrent dans le tronc sympathique et montent pour faire synapse dans le ganglion sympathique supérieur. Les fibres sympathiques postganglionnaires se dirigent vers l'artère carotide interne, et entrent dans la cavité crânienne. Elles quittent l'artère carotide interne pour former le nerf pétreux profond, qui rejoint le nerf grand pétreux issu du nerf facial (VII), et parviennent dans la fosse ptérygopalatine (voir fig. 8.156 et fig. 8.157).

Comme les fibres parasympathiques, les fibres sympathiques suivent les rameaux du nerf maxillaire (V_2) dans la cavité nasale.

Lymphatiques

La lymphe des régions antérieures des cavités nasales se draine en avant vers la face en passant autour des bords des narines (fig. 8.246). Ces lymphatiques communiquent finalement avec les nœuds submandibulaires.

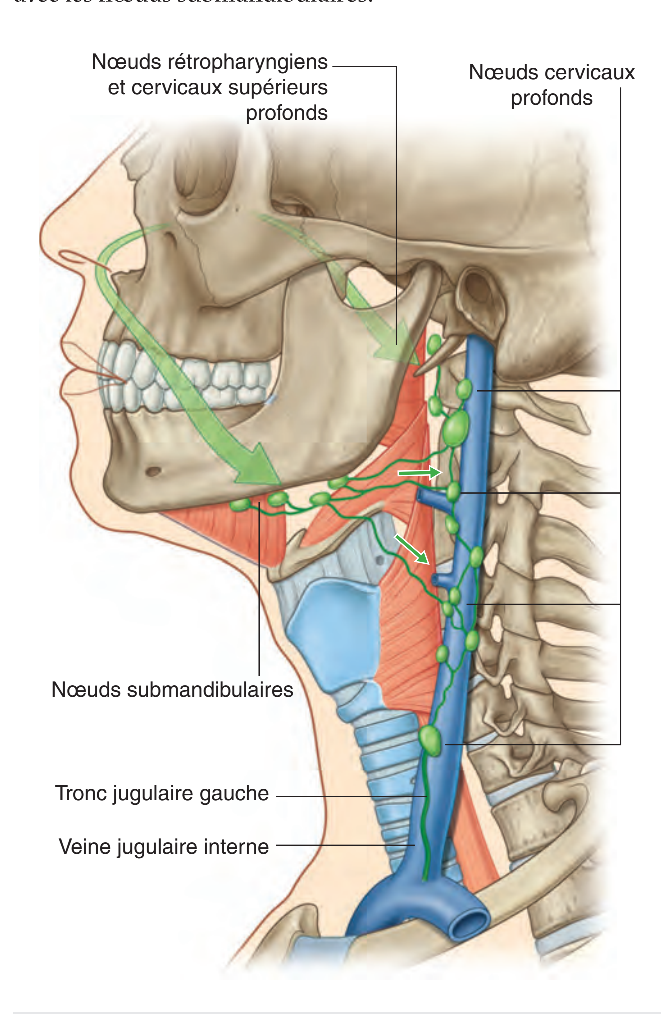


Figure 8.246 Drainage lymphatique des cavités nasales.



La lymphe des régions postérieures de la cavité nasale et des sinus paranasaux se draine dans les nœuds cervicaux profonds supérieurs. Une partie de cette lymphe passe tout d'abord par les nœuds rétropharyngiens.

CAVITÉ ORALE

La cavité orale (ou cavité buccale) est située sous les cavités nasales (fig. 8.247A). Elle possède un toit et un plancher, des parois latérales, s'ouvre au niveau de la face par la fente orale, et est en continuité avec la cavité du pharynx par l'isthme du gosier.

Le toit de la cavité orale est formé par le palais dur et le palais mou. Le plancher est formé principalement par des tissus mous, qui comprennent le diaphragme musculaire et la langue. Les parois latérales (les joues) sont musculaires et limitées en avant par les lèvres qui entourent la **fente orale** (l'ouverture antérieure de la cavité orale).

L'ouverture postérieure de la cavité orale est l'isthme du gosier, qui s'ouvre dans la partie orale du pharynx.

La cavité orale est séparée en deux régions par les arcades dentaires supérieure et inférieure, formées par les dents et l'os alvéolaire qui les soutient (fig. 8.247B) :

- le **vestibule oral**, externe, en forme de fer à cheval, est situé entre les arcades dentaires et la face profonde des joues et des lèvres – la fente orale s'ouvre dans le vestibule et peut être ouverte ou fermée par les muscles de l'expression faciale, et par les mouvements de la mâchoire inférieure ;
- la **cavité orale propre**, interne, est circonscrite par les arcades dentaires.

Le degré d'écartement entre les arcades supérieure et inférieure résulte de l'élévation ou de l'abaissement de la mâchoire inférieure (la mandibule) au niveau de l'articulation temporomandibulaire.

L'isthme du gosier, à l'arrière de la cavité orale propre, peut être ouvert ou fermé par les tissus mous l'entourant, qui associent le palais mou et la langue.

La cavité orale a de multiples fonctions :

- elle constitue l'entrée du système digestif et le siège de la première étape de la digestion, qui met en jeu les sécrétions des glandes salivaires ;
- elle module les sons produits par le larynx, et intervient dans l'élocution.

Elle peut être utilisée pour la respiration car elle s'ouvre dans le pharynx, qui constitue la voie commune pour les aliments et l'air. Pour cette raison, la cavité orale peut être utilisée par les médecins pour accéder à la voie aérienne inférieure. Les dentistes utilisent des filets pour empêcher que des débris tels que des fragments de dents passent par l'isthme du gosier et le pharynx dans l'œsophage ou la voie aérienne.

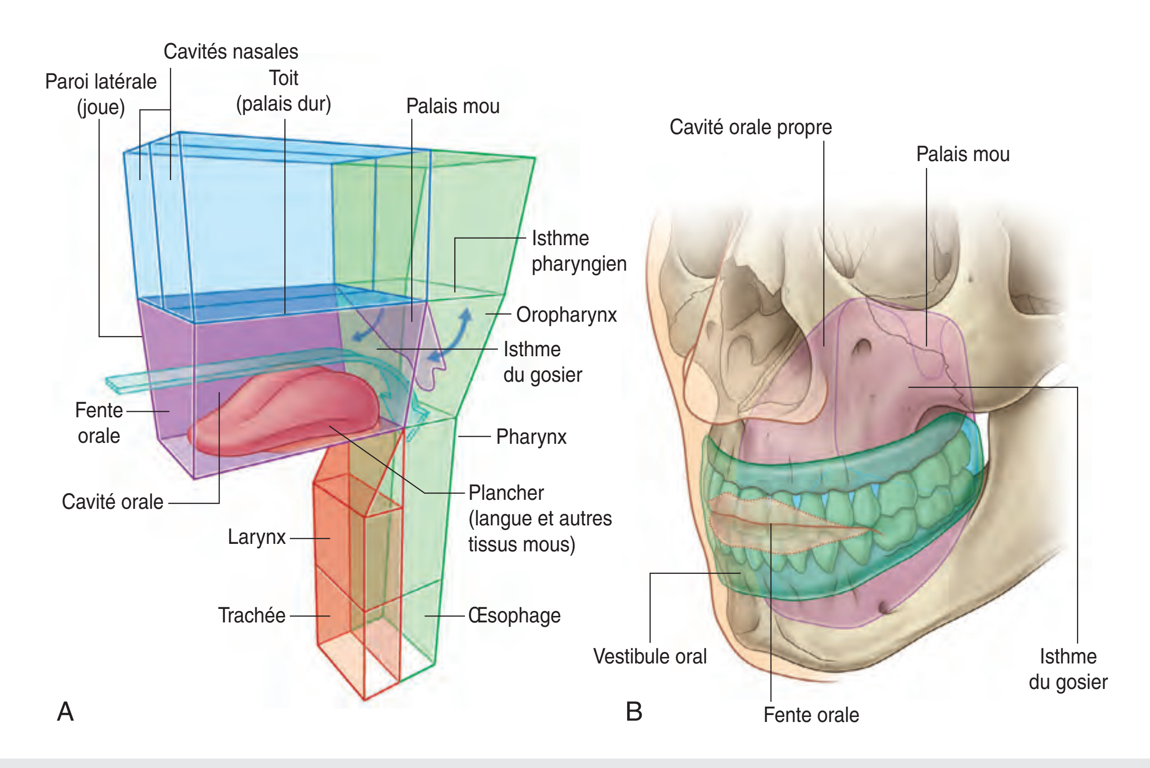


Figure 8.247 Cavité orale. **A.** Rapports avec les autres cavités. **B.** Vestibule oral et cavité orale propre.

De nombreux nerfs innervent la cavité orale

L'innervation sensitive générale est apportée essentiellement par les rameaux du nerf trijumeau (V) :

- les parties supérieures de la cavité, qui comprennent le palais et les dents supérieures, sont innervées par le nerf maxillaire (V_2) ;
- les parties inférieures, qui comprennent les dents et la partie orale de la langue, sont innervées par les rameaux du nerf mandibulaire (V_3) ;
- le goût (fibres afférentes spéciales [AS]) de la partie orale (ou des deux tiers antérieurs de la langue) est transmis par des rameaux du nerf facial (VII), qui rejoignent les rameaux du nerf trijumeau (V) ;
- les fibres parasympathiques destinées aux glandes de la cavité orale sont transportées par les rameaux du nerf facial (VII), qui sont distribués avec des rameaux du nerf trijumeau (V) ;
- les fibres sympathiques de la cavité orale proviennent du niveau médullaire spinal T1, font synapse dans le ganglion cervical sympathique supérieur, et sont distribuées dans la cavité orale le long des rameaux du nerf trijumeau (V) ou directement le long des vaisseaux.

Tous les muscles de la langue sont innervés par le nerf hypoglosse (XII), sauf le palatoglosse, qui est innervé par le nerf vague (X).

Tous les muscles du palais mou sont innervés par le nerf vague (X), sauf le tenseur du voile du palais, qui est innervé par un rameau du nerf mandibulaire (V_3). Le muscle (mylohyoïdien) qui forme le plancher de la cavité orale est aussi innervé par le nerf mandibulaire (V_3).

Architecture squelettique

Les os qui participent à la constitution de l'architecture squelettique de la cavité orale ou qui sont en rapport avec l'anatomie des structures de la cavité orale comprennent :

- les os maxillaires, palatins et temporaux, pairs ;
- la mandibule, le sphénoïde et l'os hyoïde, impairs.

De plus, les parties cartilagineuses des trompes auditives à la face inférieure de la base du crâne sont en rapport avec les insertions des muscles sur le palais mou.

Os maxillaires

Les deux os maxillaires contribuent largement à l'architecture du toit de la cavité orale. Les parties concernées sont le processus alvéolaire et le processus palatin (voir fig. 8.248A).

Le processus palatin est une lame osseuse horizontale qui est implantée sur la face médiale de chaque maxillaire. Sa ligne d'implantation est située juste au-dessus de la partie médiale du processus alvéolaire (ou bord inférieur), et le processus palatin s'étend vers la ligne médiane où il s'unit, par une suture, avec le processus palatin controlatéral. Ensemble, les deux processus palatins forment les deux tiers antérieurs du palais osseux.

Sur la ligne médiane, à la face inférieure du palais dur et à l'extrémité antérieure de la suture intermaxillaire, se situe une petite fosse (la fosse incisive), juste en arrière de l'incisive. Deux canaux incisifs, un de chaque côté, se dirigent en arrière et en haut depuis le toit de cette fossette pour s'ouvrir dans le plancher de la cavité nasale. Les canaux et les fossettes permettent le passage des vaisseaux grands palatins et des nerfs nasopalatins.

Os palatins

Les parties de l'os palatin, en forme de L, qui contribuent au toit de la cavité orale sont la lame horizontale et le processus pyramidal (voir fig. 8.248A).

La lame horizontale s'étend en dedans depuis la face inférieure de l'os palatin et est unie par des sutures à son homologue opposée sur la ligne médiane, et du même côté, avec le processus palatin du maxillaire en avant.

Une **épine nasale postérieure**, unique, est formée sur la ligne médiane où les deux lames horizontales s'unissent, et se dirige en arrière à partir du bord du palais dur. Le bord postérieur des lames horizontales et l'épine nasale postérieure participent aux attaches du palais mou.

Le foramen grand palatin, formé essentiellement par la lame horizontale de l'os palatin et complété latéralement par la partie adjacente du maxillaire, s'ouvre sur la partie postérolatérale de la lame horizontale. Ce foramen est l'ouverture antérieure du canal palatin, qui continue en haut vers la fosse ptérygopalatine et livre passage au nerf grand palatin et aux vaisseaux du palais.

Le foramen petit palatin s'ouvre aussi sur l'os palatin. Ce foramen est l'ouverture antérieure du canal petit palatin, qui naît du canal grand palatin et conduit le nerf petit palatin et les vaisseaux petits palatins vers le palais mou.

Le processus pyramidal se dirige en arrière et remplit l'espace situé entre les extrémités inférieures des lames médiale et latérale des processus ptérygoïdes de l'os sphénoïde.

Os sphénoïde

Les processus ptérygoïdes et les épines de l'os sphénoïde sont associés aux structures en rapport avec le palais mou, qui forme une partie du toit de la cavité orale (fig. 8.248A).



Suture intermaxillaire
Fosse incisive
Processus palatin de l'os maxillaire
Épine nasale postérieure
Processus alvéolaire de l'os maxillaire
Lame horizontale de l'os palatin
Processus pyramidal de l'os palatin
Foramen grand palatin
Foramen petit palatin
Lame médiale du processus ptérygoïde
Grande aile de l'os sphénoïde
Lame latérale du processus ptérygoïde
Hamulus ptérygoïdien
Fosse scaphoïde
Lame membranacée de la partie cartilagineuse de la trompe auditive
Partie pétreuse de l'os temporal
Foramen ovale
Foramen épineux
Épine de l'os sphénoïde
Ouverture de la partie osseuse de la trompe auditive
Canal carotidien
Processus styloïde de l'os temporal
Foramen stylomastoïdien
Processus mastoïde
Zone rugueuse de l'insertion du muscle élévateur du voile du palais
Foramen jugulaire
A
Partie cartilagineuse de la trompe auditive
Foramen lacerum (obturé par du cartilage)

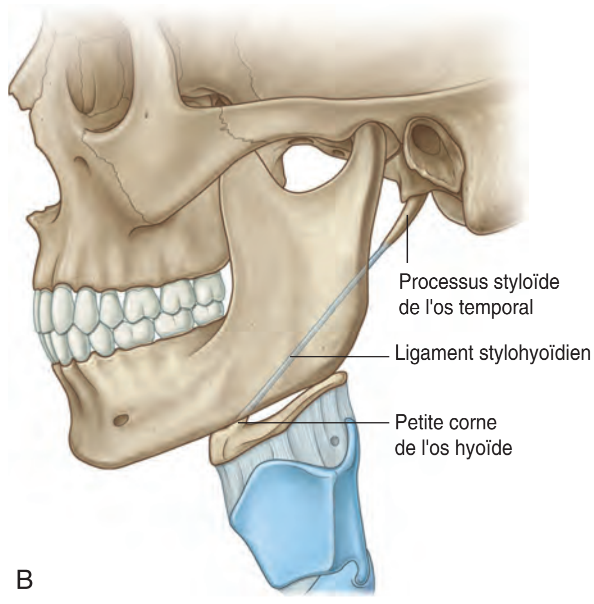


Figure 8.248 Base et parties latérales du crâne. **A.** Structures de la base du crâne en rapport avec les éléments de la cavité orale. **B.** Processus styloïde de l'os temporal.

Les processus ptérygoïdes descendent, un de chaque côté, de la face latérale du corps de l'os sphénoïde. Chaque processus présente une lame médiale et une lame latérale. Ces deux lames sont développées et orientées verticalement à partir de la partie postérieure du processus. L'espace en forme de V qui est délimité dans la partie inférieure entre les deux lames est rempli par le processus pyramidal de l'os palatin.

Une structure osseuse allongée en forme de crochet (l'hamulus ptérygoïdien) se développe en arrière et en dehors du bord inférieur de la lame médiale du processus ptérygoïde. Cet hamulus est immédiatement en arrière de l'arcade alvéolaire et sous le bord postérieur du palais dur. Il constitue :

- une « poulie » pour l'un des muscles du palais mou (le tenseur du voile du palais) ;
- le point d'attache de l'extrémité supérieure du raphé ptérygomandibulaire, qui est inséré sous la mandibule et réunit le muscle constricteur supérieur du pharynx et le muscle buccinateur de la joue.

En regard de la racine de la lame médiale du processus ptérygoïde, sur la base du crâne, une petite fosse en forme de canoë (la **fosse scaphoïde**) débute juste en dedans du foramen ovale, et descend en avant et en dedans de la racine de la lame médiale du processus ptérygoïde (fig. 8.248A). Cette fosse reçoit l'insertion de l'un des muscles du palais mou (le muscle tenseur du voile du palais).

Les épines du sphénoïde, une de chaque côté, sont des prolongements verticaux issus des faces inférieures des grandes ailes de l'os sphénoïde (fig. 8.248A). Chaque épine est immédiatement postérolatérale au foramen épineux.

Le bord médial des épines donne insertion à la partie la plus latérale du muscle tenseur du voile du palais, destiné au palais mou.

Os temporal

Le processus styloïde et la face inférieure de la portion pétreuse de l'os temporal donnent insertion aux muscles destinés respectivement à la langue et au palais mou.

Le processus styloïde s'étend en avant et en bas depuis la face inférieure de l'os temporal. Il peut être long de 2,5 cm, et s'oriente vers la petite corne de l'os hyoïde à laquelle il est solidarisé par le ligament stylohyoïdien (fig. 8.248B). La racine du processus styloïde est immédiatement antérieure au foramen stylomastoïdien et latérale au foramen jugulaire. Le muscle styloglosse de la langue s'insère sur la face antérolatérale du processus styloïde.

La face inférieure de l'os temporal présente une face rugueuse triangulaire immédiatement antéromédiale à l'ouverture du canal carotidien (fig. 8.248A). Le muscle élévateur du voile du palais s'insère à ce niveau.

Partie cartilagineuse de la trompe auditive

La partie cartilagineuse de la trompe auditive, en forme de trompette, est située dans un sillon entre le bord antérieur de la partie pétreuse de l'os temporal et le bord postérieur de la grande aile de l'os sphénoïde (fig. 8.248A).

Les parois médiale et latérale de la partie cartilagineuse de la trompe auditive sont formées principalement de cartilage, alors que la partie la plus inférieure et latérale est fibreuse et appelée **lame membranacée**.

L'apex de la partie cartilagineuse de la trompe auditive est en continuité latéralement avec l'ouverture de la partie osseuse dans l'os temporal.

L'extrémité médiale élargie de la partie cartilagineuse de la trompe auditive est immédiatement postérieure au bord supérieur de la lame médiale du processus ptérygoïde et s'ouvre dans le nasopharynx.

La partie cartilagineuse de la trompe auditive est en dehors de l'insertion du muscle élévateur du voile du palais et en dedans de l'épine de l'os sphénoïde. Le muscle tenseur du voile du palais est inséré en partie sur la **lame membranacée**.

Mandibule

La mandibule est l'os de la mâchoire inférieure (fig. 8.249). Elle est constituée par un corps, lui-même formé d'une partie droite et d'une partie gauche fusionnées sur la ligne médiane (**symphyse mandibulaire**) et par deux branches. Le site de la fusion est particulièrement visible à la face externe de l'os sous la forme d'une petite crête verticale médiane.

La face supérieure du corps de la mandibule porte les arcades dentaires (fig. 8.249B), où sont implantées les dents inférieures, et un petit foramen mentonnier est visible à sa face externe de chaque côté (fig. 8.249B).

À la face postérieure de la symphyse mandibulaire, sur la face interne de la mandibule, se trouvent deux paires de petites épines, une paire au-dessus de l'autre. Ce sont les **épines mentonnières supérieures** et **inférieures** (fig. 8.249A,C), qui sont les points d'insertion d'une paire de muscles destinés à la langue et d'une paire de muscles qui relient la mandibule à l'os hyoïde.

Naissant de la ligne médiane, sous les épines mentonnières, une ligne osseuse ou une crête (la **ligne mylohyoïdienne**) (fig. 8.249C) se dirige en arrière et en haut à la face interne de chaque côté du corps de la mandibule, pour se terminer juste sous le niveau de la dernière molaire.

Au-dessus du tiers antérieur de la ligne mylohyoïdienne se situe une zone évasée (la **fosse sublinguale**) (fig. 8.249C), et sous les deux tiers postérieurs de la ligne mylohyoïdienne se place une autre dépression (la **fosse submandibulaire**) (fig. 8.249C).

Entre la dernière molaire et la ligne mylohyoïdienne, un sillon évasé marque le passage du nerf lingual.

Immédiatement en arrière de la dernière molaire, sur la partie médiale de la face supérieure du corps de la mandibule, se situe une petite dépression triangulaire (le **triangle rétromolaire**) (fig. 8.249A,C). Le raphé ptérygomandibulaire s'insère juste en dedans de l'apex de ce triangle et s'étend en haut vers la pointe de l'hamulus ptérygoïdien.

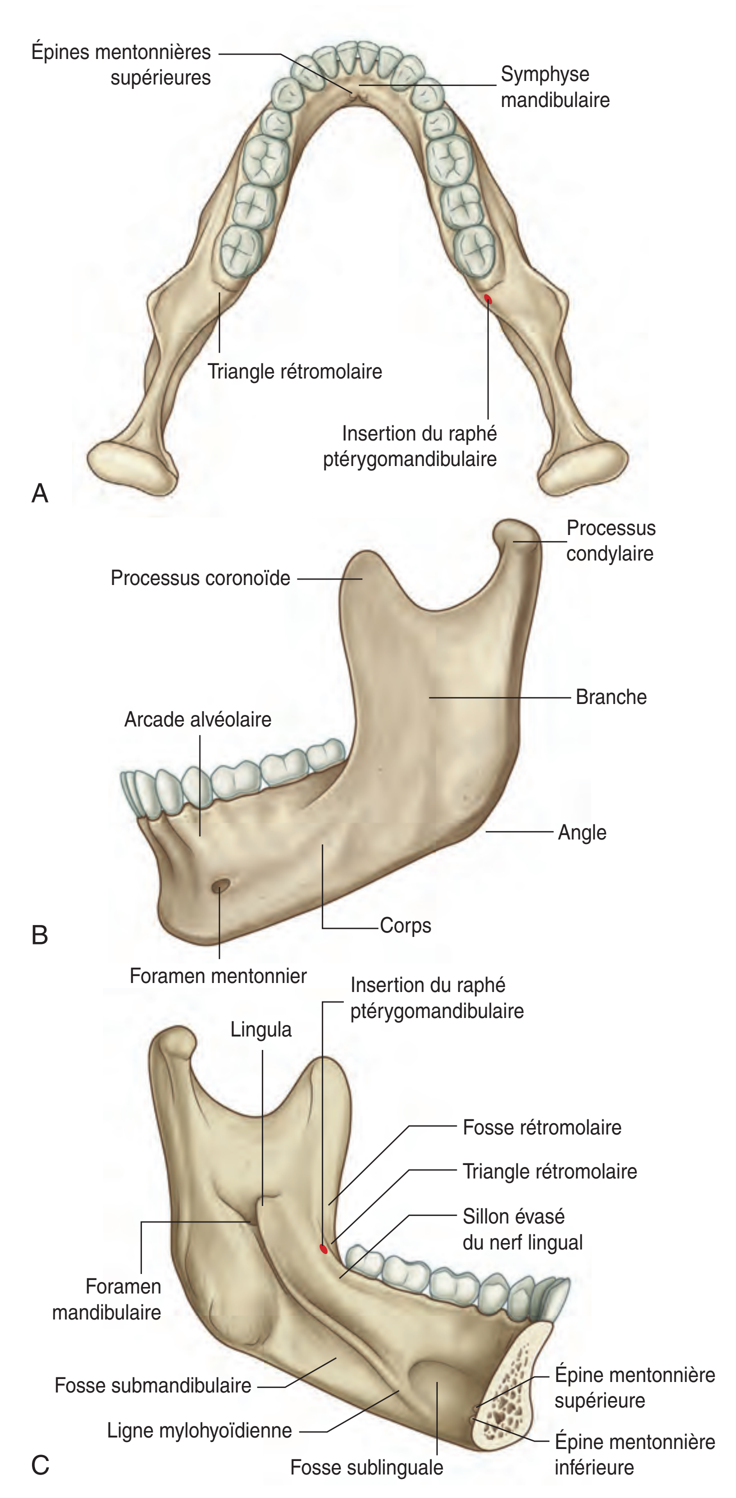


Figure 8.249 Mandibule. **A.** Vue supérieure. **B.** Vue latérale. **C.** Vue médiale.

La branche de la mandibule, une de chaque côté, est de forme quadrangulaire et orientée dans le plan sagittal. Sur la face médiale de la branche, un grand **foramen mandibulaire** livre passage au nerf et aux vaisseaux alvéolaires inférieurs (fig. 8.249C).

Os hyoïde

L'os hyoïde est un petit os en forme de U, placé dans le cou entre le larynx et la mandibule. Il présente le corps de l'os hyoïde, antérieur, et deux grandes cornes, une de chaque côté, qui s'étendent en arrière et en haut à partir du corps (fig. 8.250). Il existe deux petites cornes, coniques, placées au bord supérieur de la jonction entre les grandes cornes et le corps. Les ligaments stylohyoïdiens s'insèrent sur les pointes des petites cornes.

L'os hyoïde est un os clé du cou, car il relie le plancher de la cavité orale en avant au pharynx en arrière et au larynx en dessous.

Parois (joues)

Les parois de la cavité orale sont formées par les joues.

Chaque joue est constituée par un fascia et une couche de muscle squelettique, compris entre la peau en dehors et la muqueuse buccale en dedans. La fine couche de muscle squelettique dans les joues est formée essentiellement par le muscle buccinateur.

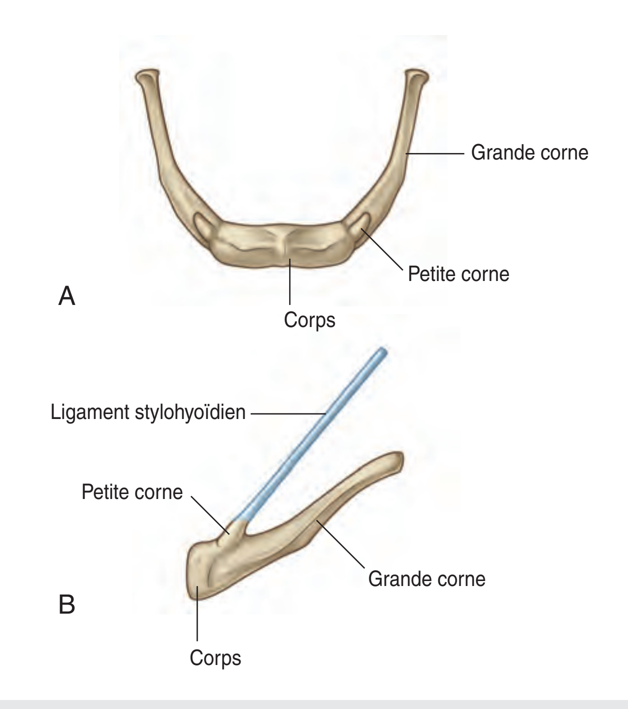


Figure 8.250 Os hyoïde. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue latérale.

Muscle buccinateur

Le muscle buccinateur est un des muscles de l'expression faciale (fig. 8.251). Il est dans le même plan que le muscle constricteur supérieur du pharynx. En fait, le bord postérieur du muscle buccinateur est uni au bord antérieur du muscle constricteur supérieur du pharynx par le raphé ptérygomandibulaire, qui est tendu entre la pointe de l'hamulus ptérygoïdien de l'os sphénoïde en haut et une surface osseuse rugueuse située immédiatement en arrière de la dernière molaire de la mandibule en bas.

Les muscles buccinateur et constricteur supérieur représentent une continuité entre les parois de la cavité orale et la cavité pharyngienne.

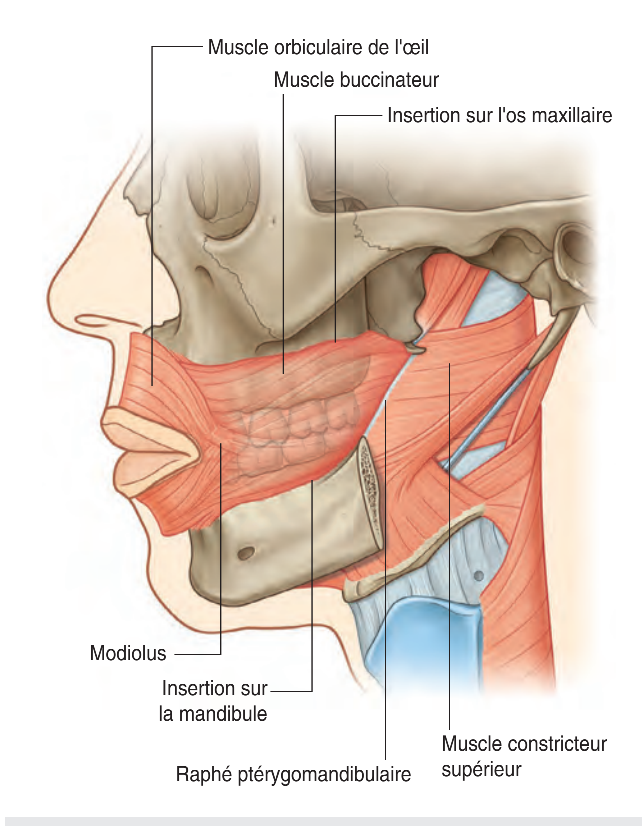


Figure 8.251 Muscle buccinateur.

Le muscle buccinateur, en plus de son insertion sur le raphé ptérygomandibulaire, s'insère aussi directement sur la partie alvéolaire de la mandibule et le processus alvéolaire de l'os maxillaire.

À partir de ces trois sites d'origine, les fibres musculaires du muscle buccinateur se dirigent en avant pour se mélanger avec celles du muscle orbiculaire de la bouche et pour s'insérer sur le modiolus, qui est un petit nodule de tissu conjonctif en forme de bouton à l'interface entre les muscles des lèvres et les joues de chaque côté.

Le muscle buccinateur attire les joues contre les arcades alvéolaires et maintient les aliments entre les dents au cours de la mastication.

Le muscle buccinateur est innervé par le rameau buccal du nerf facial (VII). La sensibilité générale de la peau et de la muqueuse orale des joues est acheminée par le rameau buccal du nerf mandibulaire (V_3).

Plancher

Le plancher de la cavité orale est formé principalement par trois structures :

- un diaphragme musculaire, qui remplit l'espace en forme de U entre les côtés gauche et droit du corps de la mandibule, et est composé d'une paire de muscles mylohyoïdiens ;
- deux muscles géniohyoïdiens en forme de corde, au-dessus du diaphragme, qui vont de la mandibule en avant à l'os hyoïde en arrière ;
- la langue, qui est placée au-dessus des muscles géniohyoïdiens.

Le plancher de la cavité orale contient aussi des glandes salivaires et leurs canaux. Les plus volumineuses de ces glandes, de chaque côté, sont la glande sublinguale et la partie orale de la glande submandibulaire.

Muscles mylohyoïdiens

Les deux fins muscles mylohyoïdiens (tableau 8.20), un de chaque côté, forment ensemble un diaphragme musculaire

Tableau 8.20 Muscles du plancher de la cavité orale.

Muscle	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Mylohyoïdien	Ligne mylohyoïdienne de la mandibule	Raphé fibreux médian et partie adjacente de l'os hyoïde	Nerf du mylohyoïdien, issu du rameau alvéolaire inférieur du nerf mandibulaire (V3)	Soutient et élève le plancher de la cavité orale, abaisse la mandibule lorsque l'os hyoïde est fixé ; élève et tire l'os hyoïde en avant lorsque la mandibule est fixée
Géniohyoïdien	Épines mentonnières inférieures de la mandibule	Corps de l'os hyoïde	C1	Élève et tire l'os hyoïde en avant lorsque la mandibule est fixée ; abaisse la mandibule lorsque l'os hyoïde est fixé

qui définit la limite inférieure du plancher de la cavité orale (fig. 8.252A). Chaque muscle est de forme triangulaire, avec le sommet orienté vers l'avant.

Le bord latéral de chaque muscle triangulaire est attaché à la ligne mylohyoïdienne à la face médiale du corps de la mandibule. De là, les fibres musculaires se dirigent légèrement en bas vers le bord médial sur la ligne médiane, où elles s'unissent aux fibres du muscle homologue controlatéral par un raphé. Le raphé s'étend de la face postérieure de la symphyse mandibulaire en avant au corps de l'os hyoïde en arrière.

Le bord postérieur de chaque muscle mylohyoïdien est libre, à l'exception d'une petite insertion médiale sur l'os hyoïde.

Les muscles mylohyoïdiens :

- contribuent à la structure de soutien du plancher de la cavité orale ;
- participent à l'élévation et à la traction vers l'avant de l'os hyoïde, et aussi du larynx qui y est attaché, lors des premières étapes de la déglutition ;
- lorsque l'os hyoïde est fixé, abaissent la mandibule et ouvrent la bouche.

Comme les muscles de la manducation, les muscles mylohyoïdiens sont innervés par le nerf mandibulaire (V_3). Le rameau spécifique qui innerve les muscles mylohyoïdiens est le nerf du mylohyoïdien issu du nerf alvéolaire inférieur.

Muscles géniohyoïdiens

Les muscles géniohyoïdiens (tableau 8.20) sont deux muscles symétriques en forme de corde qui cheminent, un de chaque côté, depuis les épines mentonnières inférieures à la face postérieure de la symphyse mandibulaire, jusqu'à la face antérieure de l'os hyoïde (fig. 8.252B,C). Ils sont en position immédiate-

Figure 8.252 **A.** Muscles mylohyoïdiens. **B.** Muscles géniohyoïdiens. **C.** Vue latérale.

ment supérieure par rapport au muscle mylohyoïdien dans le plancher de la bouche, et inférieure aux muscles génioglosses qui forment une partie de la racine de la langue.

Les muscles géniohyoïdiens :

- ont pour action essentielle la traction sur l'os hyoïde, et par cet intermédiaire sur le larynx, solidairement attaché, qui se déplace en haut et en avant au cours de la déglutition ;
- du fait de leur trajet postéro-inférieur de la mandibule vers l'os hyoïde, lorsque l'os hyoïde est fixé, ils peuvent agir avec les muscles mylohyoïdiens pour abaisser la mandibule et ouvrir la bouche.

À la différence des autres muscles qui mobilisent la mandibule au niveau de l'articulation temporomandibulaire, les muscles géniohyoïdiens sont innervés par un rameau du nerf cervical C1, qui remonte du cou le long du nerf hypoglosse (XII) dans le plancher de la cavité orale.

Points de passage dans le plancher de la cavité orale

En complément de la limite inférieure du plancher de la cavité orale, le bord libre postérieur du muscle mylohyoïdien forme de chaque côté l'un des trois bords de la grande ouverture triangulaire (triangle oropharyngien) qui constitue la principale voie par laquelle les structures de la partie supérieure du cou et de la fosse infratemporale de la tête peuvent passer vers les structures du plancher de la cavité orale (fig. 8.253). Les deux autres muscles qui complètent les bords de l'ouverture sont les muscles constricteurs supérieur et moyen du pharynx.

La plupart des structures qui passent par cette ouverture sont associées à la langue et comprennent des muscles (hyoglosse, styloglosse), des vaisseaux (artère et veine linguales), des nerfs (lingual, hypoglosse [XII], glossopharyngien [IX]) et des lymphatiques.

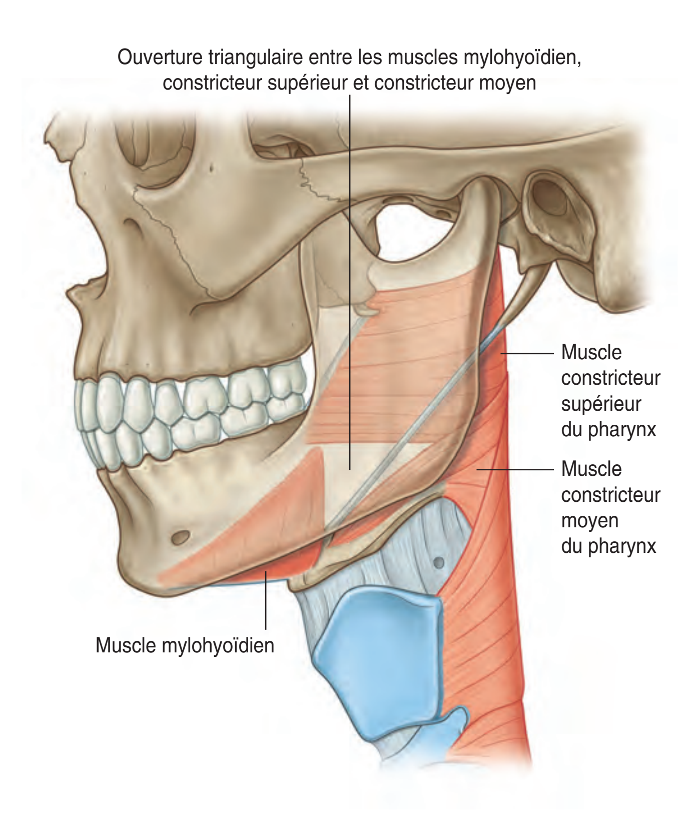


Figure 8.253 Points de passage dans le plancher de la cavité orale.



Une volumineuse glande salivaire (la glande submandibulaire) se moule en crochet autour du bord postérieur du muscle mylohyoïdien, et se situe donc également au niveau de cette ouverture.

Langue

La langue est une structure musculaire qui forme une partie du plancher de la cavité orale et une partie du bord antérieur de l'oropharynx (fig. 8.254A). Sa partie antérieure est dans la cavité orale, de forme globalement triangulaire, avec un **apex de la langue** arrondi. L'apex est dirigé en avant, et se place immédiatement derrière les incisives. La **racine de la langue** est attachée à la mandibule et à l'os hyoïde. La face supérieure des deux tiers antérieurs (partie orale) de la langue est orientée dans le plan horizontal.

La face pharyngienne (tiers postérieur de la langue) s'incurve en bas et devient orientée dans le plan vertical. Les faces orale et pharyngienne sont séparées par le **sillon terminal de la langue** en forme de V (V lingual). Ce sillon terminal forme le bord inférieur de l'isthme du gosier entre les cavités orale et pharyngienne. À l'apex du sillon en V lingual, une petite dépression (le **foramen cæcum de la langue**) marque le site embryonnaire initial où l'épithélium s'invagine pour former la glande thyroïde. Chez certains sujets, un canal thyréoglosse persiste et met en communication le foramen cæcum de la langue et la glande thyroïde dans le cou.

Papilles

La face supérieure de la langue est couverte de centaines de papilles (fig. 8.254B) :

- les **papilles filiformes** sont de petits prolongements de la muqueuse en forme de cônes qui se terminent en un ou plusieurs points ;
- les **papilles fongiformes** sont de forme arrondie et plus grande que les papilles filiformes, et se trouvent concentrées le long des bords de la langue ;
- les plus grandes papilles sont les **papilles circumvallées**, qui sont des cylindres à extrémité arrondie en invagination dans la surface de la langue – il existe de 8 à 12 papilles circumvallées sur une ligne en forme de V immédiatement en avant du sillon terminal de la langue ;
- les **papilles foliées** sont des replis linéaires de la muqueuse sur les côtés de la langue près du sillon terminal de la langue.

Les papilles augmentent la surface globale de contact entre la muqueuse de la langue et le contenu de la cavité orale. Toutes ont des récepteurs du goût à leur surface, à l'exception des papilles filiformes.

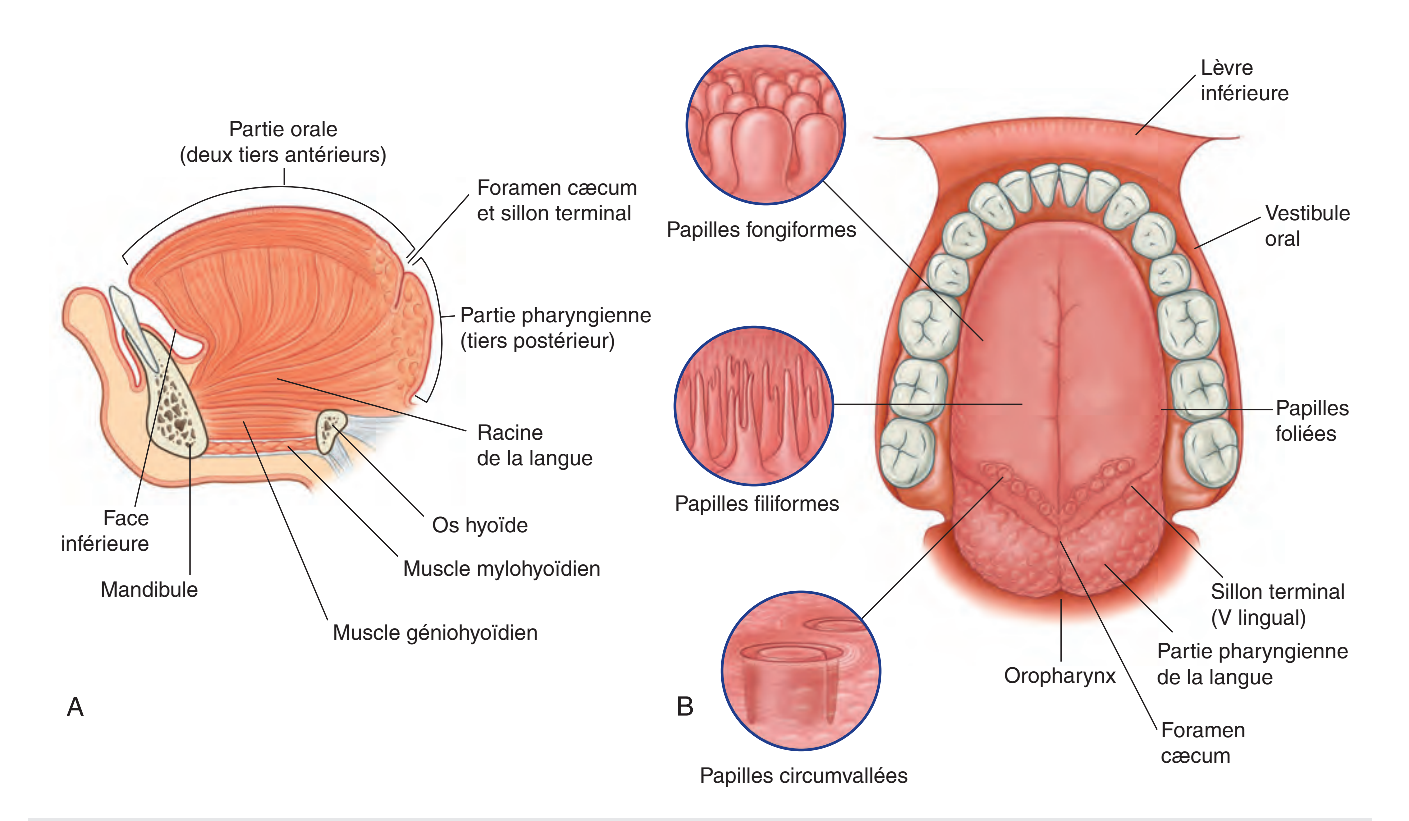


Figure 8.254 Langue. **A.** Coupe sagittale paramédiane. **B.** Vue supérieure.

Face inférieure de la langue

La face inférieure de la partie orale de la langue ne possède pas de papilles, mais présente de nombreux replis muqueux linéaires (voir fig. 8.265). Un repli muqueux médian unique (le **frein de la langue**) est en continuité avec la muqueuse qui recouvre le plancher de la cavité orale, et s'implante sur le bord inférieur du septum médian de la langue, qui sépare en profondeur les côtés droit et gauche de la langue. De chaque côté du frein se situent une veine linguale profonde et, latéralement à chaque veine, un **pli frangé**.

Face pharyngienne

La muqueuse qui recouvre la face pharyngienne de la langue a des contours irréguliers du fait de la présence de nombreux petits nodules de tissu lymphoïde dans la sous-muqueuse. Ces nodules constituent ensemble la **tonsille linguale**.

Il n'y a pas de papilles sur la surface pharyngienne.

Muscles

La langue, dans son épaisseur, est composée de muscles (fig. 8.254 et tableau 8.21).

La langue est complètement divisée en deux moitiés droite et gauche par un septum sagittal médian formé de tissu conjonctif. Cela explique que tous les muscles de la langue sont pairs. Il existe des muscles intrinsèques et extrinsèques.

À l'exception du muscle palatoglosse, qui est innervé par le nerf vague (X), tous les muscles de la langue sont innervés par le nerf hypoglosse (XII).

Tableau 8.21 Muscles de la langue.

Muscles	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Intrinsèques				
Longitudinal supérieur (situé juste sous la surface de la langue)	Tissu conjonctif sous-muqueux à la partie postérieure de la langue et septum médian de la langue	Les fibres musculaires se dirigent en avant et obliquement vers le tissue conjonctif sous-muqueux et la muqueuse des bords de la langue	Nerf hypoglosse (XII)	Accourcit la langue ; incurve l'apex et les bords de la langue
Longitudinal inférieur (entre les muscles génioglosse et hyoglosse)	Racine de la langue (certaines fibres proviennent de l'os hyoïde)	Apex de la langue	Nerf hypoglosse (XII)	Accourcit la langue ; incurve l'apex et l'oriente vers le bas
Transverse	Septum médian de la langue	Tissu conjonctif sous-muqueux sur les bords latéraux de la langue	Nerf hypoglosse (XII)	Rétrécit et allonge la langue
Vertical	Tissu conjonctif sous-muqueux du dos de la langue	Tissu conjonctif des régions plus ventrales de la langue	Nerf hypoglosse (XII)	Aplatit et élargit la langue
Extrinsèques				
Génioglosse	Épines mentonnières supérieures	Corps de l'os hyoïde ; toute la longueur de la langue	Nerf hypoglosse (XII)	Protrusion de la langue ; abaisse le centre de la langue
Hyoglosse	Grande corne et partie adjacente du corps de l'os hyoïde	Face latérale de la langue	Nerf hypoglosse (XII)	Abaisse la langue
Styloglosse	Processus styloïde (face antérolatérale)	Face latérale de la langue	Nerf hypoglosse (XII)	Élève et rétracte la langue
Palatoglosse	Face inférieure de l'aponévrose palatine	Bord latéral de la langue	Nerf vague (X) (via le rameau pharyngien du plexus pharyngien)	Abaisse le palais ; déplace le repli palatoglosse vers la ligne médiane ; élève le dos de la langue

Muscles intrinsèques

Les muscles intrinsèques de la langue (fig. 8.255) naissent de l'épaisseur de la langue et s'y insèrent. Ils sont divisés en **muscles longitudinal supérieur**, **longitudinal inférieur**, **transverse**, et **vertical**, et ils modifient la forme de la langue :

- en l'allongeant ou en l'accourcissant ;
- en incurvant ou en enroulant son apex et ses bords ;
- en aplatissant ou en arrondissant sa surface.

La contraction simultanée des deux muscles intrinsèques de la langue ou d'un seul contribue à la réalisation de mouvements de précision de la langue nécessaires au cours de l'élocution, de la manducation et de la déglutition.

Muscles extrinsèques

Les muscles extrinsèques de la langue (fig. 8.255 et tableau 8.21) naissent des structures extérieures à la langue pour se terminer dans la langue. Il existe quatre principaux muscles extrinsèques de chaque côté : le génioglosse, l'hyoglosse, le styloglosse et le palatoglosse. Ces muscles assurent la protrusion, la rétraction, l'abaissement et l'élévation de la langue.

Génioglosse

Les **muscles génioglosses**, épais et élargis en éventail, apportent une contribution substantielle à la structure de la langue. Ils naissent de chaque côté du septum médian qui sépare les moitiés gauche et droite de la langue.

Les muscles génioglosses naissent des épines mentonnières supérieures à la face postérieure de la symphyse mandibulaire,

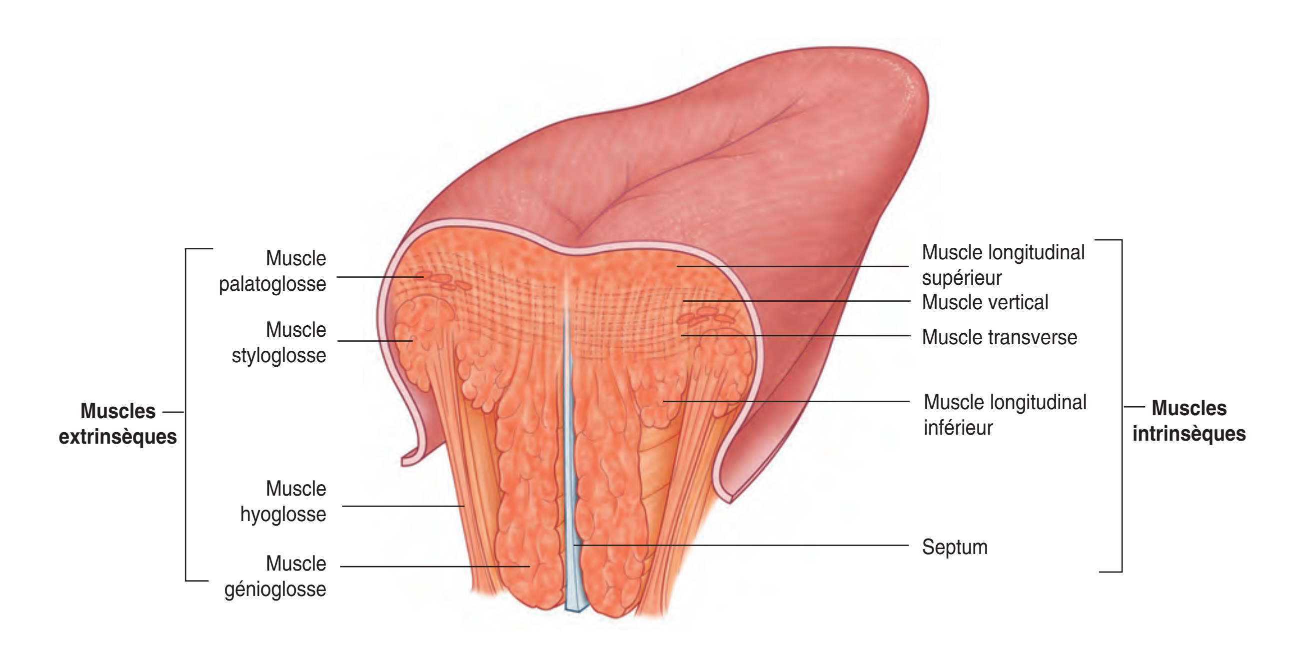


Figure 8.255 Muscles de la langue.

immédiatement au-dessus de l'origine des muscles géniohyoïdiens sur les tubercules mentonniers inférieurs (fig. 8.256). À partir de ce petit site d'insertion d'origine, chaque muscle s'élargit en arrière et en haut. Les fibres les plus inférieures s'insèrent sur l'os hyoïde. Les fibres restantes s'étalent vers le haut en se mélangeant aux muscles intrinsèques sur toute la longueur de la langue.

Les muscles génioglosses :

- abaissent la partie centrale de la langue ;
- protractent la partie antérieure de la langue hors de la fente orale (action communément appelée «tirer la langue»).

Comme la plupart des muscles de la langue, les muscles génioglosses sont innervés par le nerf hypoglosse (XII).

Demander à un patient de «tirer la langue» peut être un test simple des nerfs hypoglosses (XII). Si les nerfs fonctionnent normalement, la protraction de la langue se fait sur la ligne médiane. Si le nerf d'un côté n'est pas totalement fonctionnel, l'apex de la langue sera dévié de ce côté.

Hyoglosse

Les muscles hyoglosses sont des muscles fins quadrangulaires situés latéralement par rapport aux muscles génioglosses (fig. 8.257).

Chaque muscle hyoglosse naît de la longueur entière de la grande corne et de la partie adjacente de l'os hyoïde. À son origine sur l'os hyoïde, le muscle hyoglosse est latéral à l'insertion du muscle constricteur moyen du pharynx. Le muscle se dirige en haut et en avant par un espace (triangle oropharyngien)

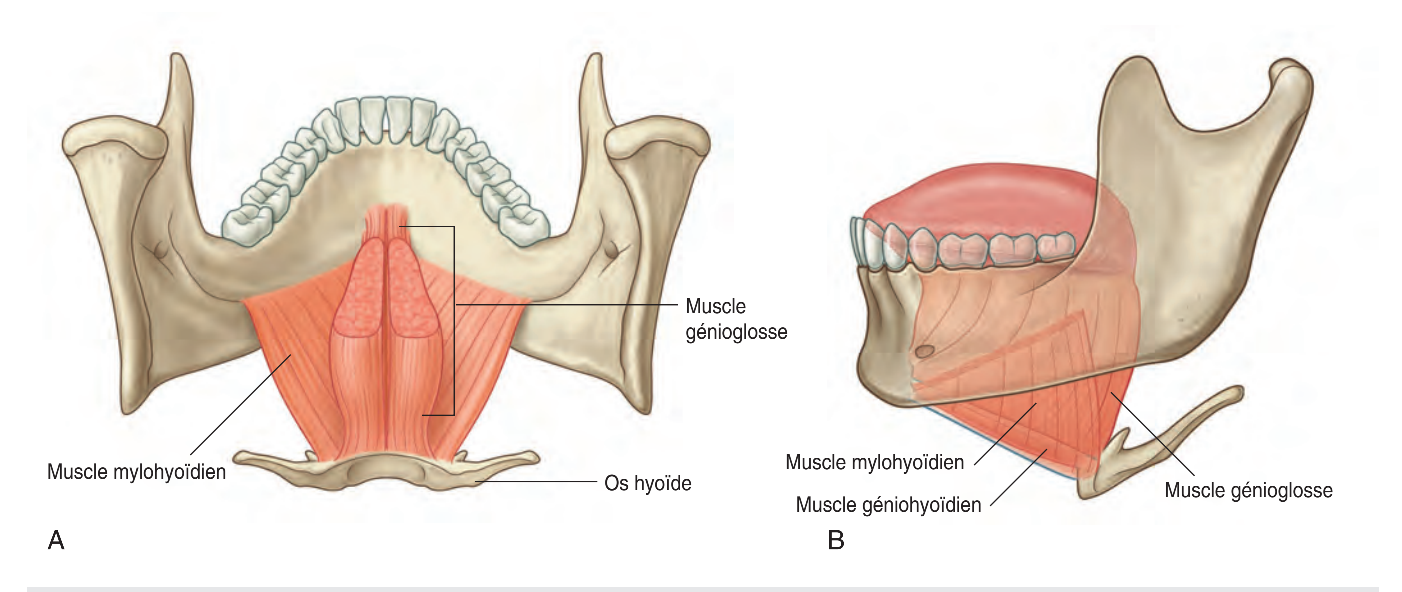


Figure 8.256 Muscles génioglosses. **A.** Vue postérieure. **B.** Vue latérale (gauche).

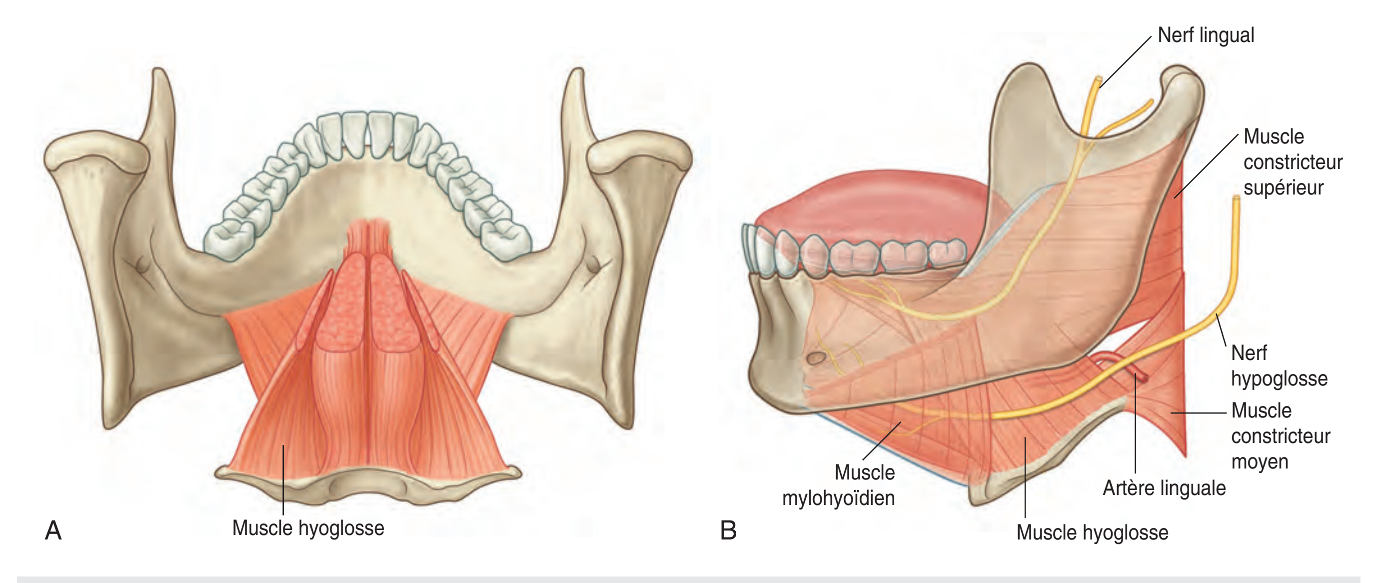


Figure 8.257 Muscles hyoglosses. **A.** Vue postérieure. **B.** Vue latérale (gauche).



délimité entre les muscles constricteur supérieur, constricteur moyen et mylohyoïdien, pour se terminer dans la langue latéralement au géniohyoïdien et médialement au styloglosse.

Les muscles hyoglosses sont abaisseurs de la langue, et sont innervés par le nerf hypoglosse (XII).

Un repère important. Le muscle hyoglosse est un repère important du plancher de la cavité orale :

- l'artère linguale issue de l'artère carotide externe dans le cou entre dans la langue à la face profonde du muscle hyoglosse, entre les muscles hyoglosse et génioglosse ;
- le nerf hypoglosse (XII) et le nerf lingual (rameau du nerf mandibulaire [V_3]), qui proviennent respectivement du cou et de la fosse infratemporale de la tête, entrent dans la langue par la face externe du muscle hyoglosse.

Styloglosse

Les muscles styloglosses naissent de la face antérieure du processus styloïde des os temporaux. À partir de cette insertion d'origine, chaque muscle se dirige en bas et en dedans à travers un espace (triangle oropharyngien) entre les muscles constricteur moyen, constricteur supérieur et mylohyoïdien, pour entrer dans la face latérale de la langue où ils se mélangent avec le bord supérieur du muscle hyoglosse et avec les muscles intrinsèques (fig. 8.258).

Les muscles styloglosses rétractent la langue et tirent sa partie dorsale vers le haut. Ils sont innervés par les nerfs hypoglosses (XII).

Palatoglosse

Les muscles palatoglosses sont des muscles du palais mou et de la langue. Ils naissent chacun de la face inférieure de l'aponévrose palatine, et se dirigent en avant et en bas vers la face latérale de la langue (fig. 8.259).

Les muscles palatoglosses :

- élèvent le dos de la langue ;
- mobilisent les arcades muqueuses palatoglosses vers la ligne médiane ;
- abaissent le palais mou.

Ces mouvements facilitent l'occlusion de l'isthme du gosier et séparent ainsi la cavité orale de l'oropharynx.

À la différence des muscles de la langue, mais de manière similaire à la plupart des autres muscles du palais mou, les muscles palatoglosses sont innervés par les nerfs vagues (X).

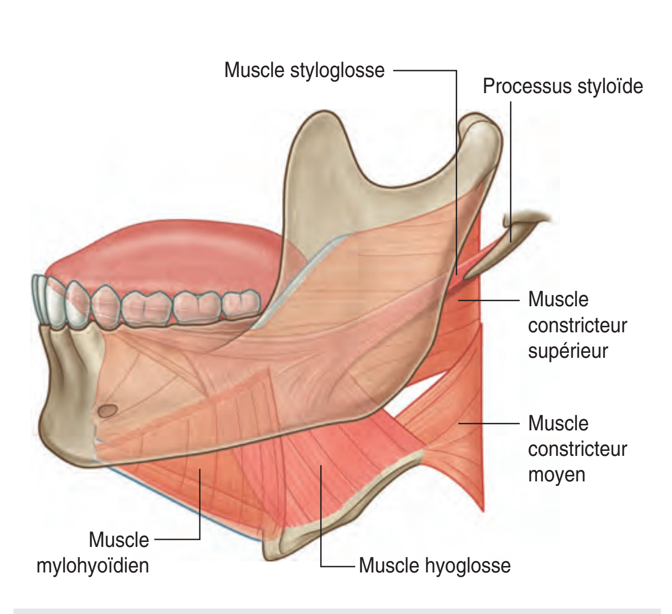


Figure 8.258 Muscles styloglosses.

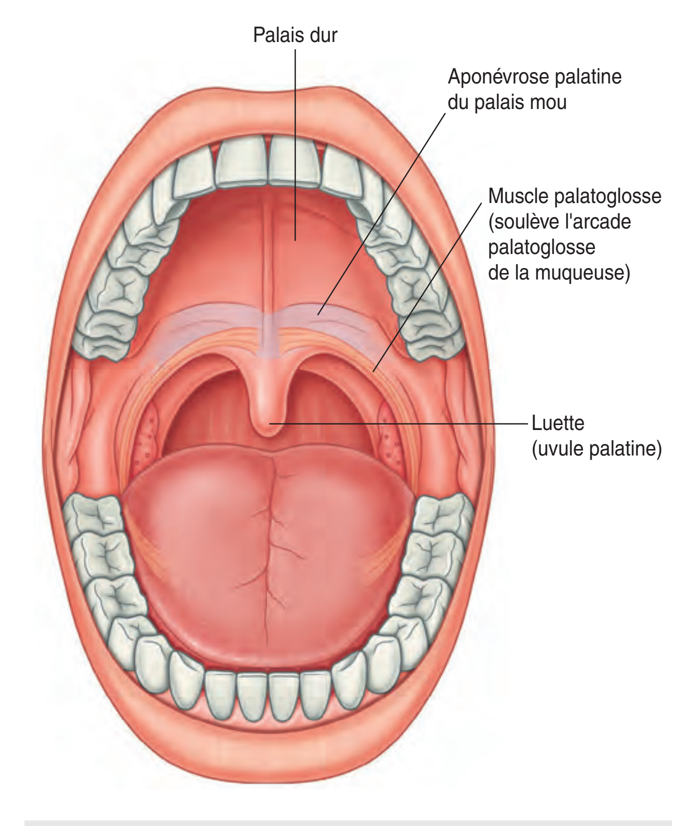


Figure 8.259 Muscles palatoglosses.

Vaisseaux

Artères

La principale artère de la langue est l'**artère linguale** (fig. 8.260).

De chaque côté, l'artère linguale naît de l'artère carotide externe dans le cou en regard de la pointe de la grande corne de l'os hyoïde. Elle forme une courbe vers le haut puis une boucle vers le bas et l'avant pour passer en profondeur sous le muscle hyoglosse, et accompagne le muscle à travers l'ouverture (triangle oropharyngien) formée par les bords des muscles mylohyoïdien, constricteur supérieur et constricteur moyen, puis entre dans le plancher de la cavité orale. L'artère linguale chemine alors en avant dans le plan délimité entre les muscles hyoglosse et génioglosse jusqu'à l'apex de la langue.

En plus de la langue, l'artère linguale vascularise la glande sublinguale, les gencives et la muqueuse buccale du plancher de la cavité orale.

Veines

La langue est drainée par les veines linguale dorsale et linguale profonde (fig. 8.260).

Les **veines linguales profondes** sont visibles à travers la muqueuse à la surface de la langue. Bien qu'elles accompagnent les artères linguales dans les parties antérieures de la langue, elles sont séparées des artères en arrière par les muscles hyoglosses. De chaque côté, la veine linguale profonde accompagne le nerf hypoglosse (XII) à la face externe du muscle hyoglosse, et quitte le plancher de la cavité orale par l'ouverture (triangle oropharyngien) formée par les bords des muscles mylohyoïdien, constricteur supérieur et constricteur moyen. Elle va s'aboucher dans la veine jugulaire interne dans le cou.

La **veine linguale dorsale** accompagne l'artère linguale entre les muscles hyoglosse et génioglosse, et comme la veine linguale profonde, se draine dans la veine jugulaire interne dans le cou.

Innervation

L'innervation de la langue est complexe et met en œuvre plusieurs nerfs (fig. 8.260 et fig. 8.261).

Nerf glossopharyngien (IX)

Le goût (AS) et la sensibilité générale de la partie pharyngienne de la langue sont transportés par le nerf glossopharyngien (IX).

Le nerf glossopharyngien (IX) quitte le crâne par le foramen jugulaire et descend le long de la face postérieure du muscle

Figure 8.260 Artères, veines et nerfs de la langue.

Figure 8.261 Innervation de la langue.



stylopharyngien. Il contourne la face latérale du muscle stylopharyngien et passe alors dans la partie postérieure de l'espace (triangle oropharyngien) entre les muscles constricteur supérieur, constricteur moyen et mylohyoïdien. Le nerf se dirige en avant sur la paroi oropharyngienne juste sous le pôle inférieur de la tonsille palatine, et entre dans la partie pharyngienne de la langue sous la face profonde des muscles styloglosse et hyoglosse. En plus du goût et de la sensibilité générale dans le tiers postérieur de la langue, les rameaux gagnent en avant le sillon terminal de la langue pour assurer le goût (AS) et la sensibilité générale des papilles circumvallées.

Nerf lingual

L'innervation sensitive générale dans les deux tiers antérieurs (ou de la partie orale) de la langue est apportée par le **nerf lingual**, qui est un important rameau du nerf mandibulaire (V_3). Il naît dans la fosse infratemporale et se dirige en avant vers le plancher de la cavité orale en traversant l'espace (triangle oropharyngien) entre les muscles mylohyoïdien, constricteur supérieur et constricteur moyen (fig. 8.262).En traversant cet espace, il se place immédiatement sous l'insertion mandibulaire du muscle constricteur supérieur, et continue en avant sur la face médiale de la mandibule adjacente à la dernière molaire dans l'épaisseur de la gencive. Dans cette position, le nerf peut être palpé contre l'os en plaçant un doigt dans la cavité orale.

Le nerf lingual continue ensuite en avant et en dedans à travers le plancher de la cavité orale, fait une boucle autour du canal submandibulaire, et monte dans la langue sur la face externe et supérieure du muscle hyoglosse.

En plus de la sensibilité générale de la partie orale de la langue, le nerf lingual transporte la sensibilité générale de la muqueuse du plancher de la cavité orale et de la gencive qui entoure les dents inférieures. Le nerf lingual contient aussi des fibres parasympathiques et des fibres du goût de la partie orale de la langue, qui proviennent du nerf facial (VII).

Nerf facial (VII)

Le goût (AS) dans la partie orale de la langue est acheminé vers le système nerveux central par le nerf facial (VII). Les fibres sensorielles du nerf facial (VII) quittent la langue et la cavité orale comme un contingent du nerf lingual. Les fibres gagnent la corde du tympan, qui est un rameau du nerf facial (VII) s'unissant au nerf lingual dans la fosse infratemporale (fig. 8.262).

Nerf hypoglosse (XII)

Tous les muscles de la langue sont innervés par le nerf hypoglosse (XII), à l'exception du muscle palatoglosse, qui est innervé par le nerf vague (X).

Le nerf hypoglosse (XII) quitte le crâne par le canal hypoglosse et descend presque verticalement dans le cou jusqu'au niveau situé juste sous l'angle de la mandibule (fig. 8.263). Il effectue alors un angle vers l'avant autour de la branche sternocléidomastoïdienne de l'artère occipitale, croise l'artère carotide externe, et continue en avant, en croisant la boucle de l'artère linguale, pour gagner la face externe du tiers inférieur du muscle hyoglosse.

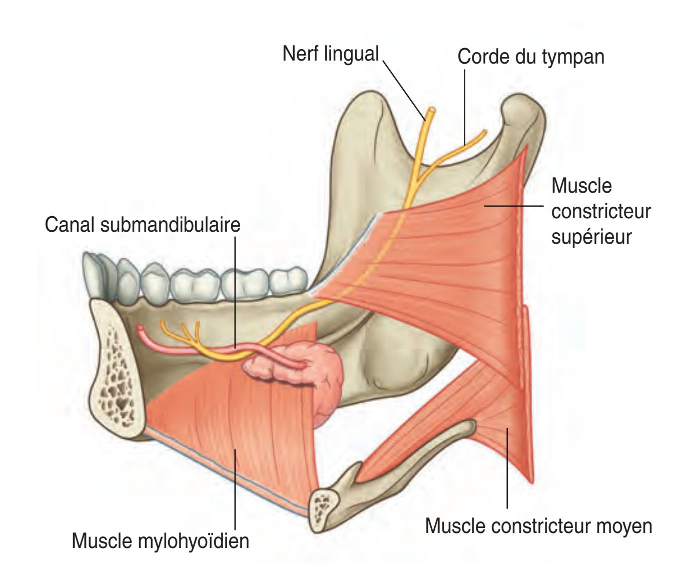


Figure 8.262 Nerf lingual dans le plancher de la cavité orale (vue médiale).

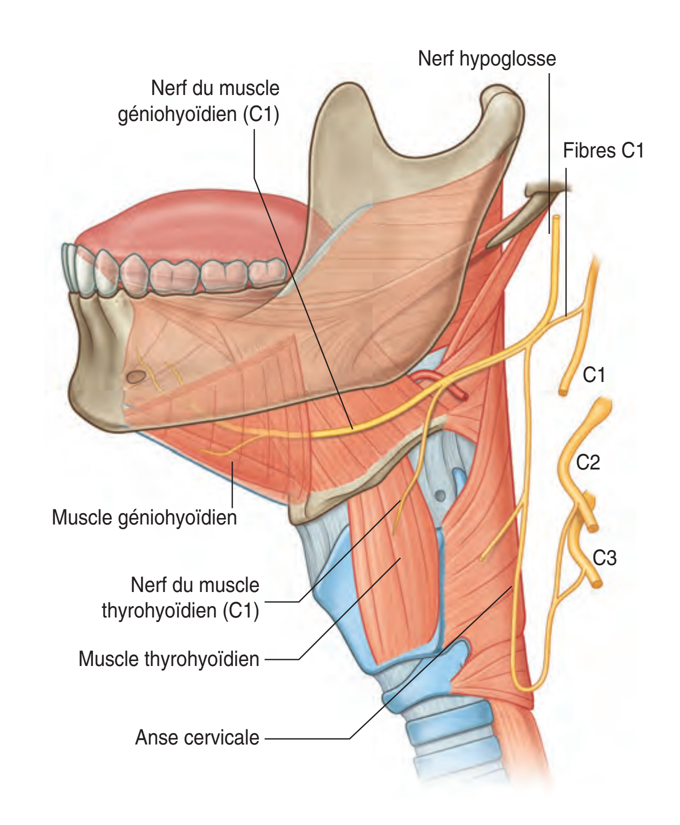


Figure 8.263 Nerf hypoglosse (XII) et fibres C1.

Le nerf hypoglosse (XII) suit le muscle hyoglosse à travers l'espace (triangle oropharyngien) compris entre les muscles constricteur supérieur, constricteur moyen et mylohyoïdien, pour atteindre la langue.

Dans la partie supérieure du cou, une branche du rameau antérieur de C1 s'unit au nerf hypoglosse (XII). La plupart de ces fibres de C1 quittent le nerf hypoglosse (XII) en constituant la racine supérieure de l'anse cervicale (fig. 8.263). Près du bord postérieur du muscle hyoglosse, les fibres restantes quittent le nerf hypoglosse (XII) et forment deux nerfs :

- le rameau thyrohyoïdien, qui reste dans le cou pour innerver le muscle thyrohyoïdien ;
- le rameau du muscle géniohyoïdien, qui passe dans le plancher de la cavité orale pour innerver le muscle géniohyoïdien.

Lymphatiques

Tous les vaisseaux lymphatiques de la langue se drainent dans la chaîne cervicale profonde des nœuds lymphatiques situés le long de la veine jugulaire :

- la partie pharyngienne de la langue se draine essentiellement à travers la paroi pharyngienne directement dans le nœud lymphatique jugulodigastrique de la chaîne cervicale profonde ;
- la partie orale de la langue se draine pour partie directement dans les nœuds cervicaux profonds, et indirectement dans ces nœuds en traversant tout d'abord le muscle mylohyoïdien puis en gagnant les nœuds submentaux et submandibulaires.

Les nœuds submentaux sont situés sous le muscle mylohyoïdien et entre les muscles digastriques, alors que les nœuds submandibulaires sont situés sous le plancher de la cavité orale, le long de la partie interne des bords inférieurs de la mandibule.

Les lymphatiques de l'apex de la langue se drainent à travers le muscle mylohyoïdien dans les nœuds submentaux, puis essentiellement dans le nœud jugulo-omohyoïdien de la chaîne cervicale profonde.

Glandes salivaires

Les glandes salivaires sont des glandes qui s'ouvrent ou sécrètent dans la cavité orale. La plupart sont des petites glandes de la sous-muqueuse ou de la muqueuse de l'épithélium oral qui tapisse la langue, le palais, les joues et les lèvres, et s'ouvrent dans la cavité orale directement ou par de petits canaux. En plus de ces petites glandes, il existe des glandes plus volumineuses, qui comprennent les glandes parotides, submandibulaires et sublinguales, qui sont paires.

Glande parotide

La glande parotide (voir plus haut le paragraphe « Glande parotide »), de chaque côté, est entièrement extérieure aux limites de la cavité orale, dans une tranchée peu profonde de forme triangulaire (fig. 8.264), avec :

- le muscle sternocléidomastoïdien en arrière ;
- la branche de la mandibule en avant ;
- en haut, la base de la tranchée est formée par le méat acoustique externe et la partie postérieure de l'arcade zygomatique.

À l'état normal, la glande s'étend en avant sur le muscle masséter, et vers le bas sur le chef postérieur du muscle digastrique.

Le conduit parotidien se dirige en avant en croisant la face externe du muscle masséter puis s'incurve en dedans pour pénétrer dans le muscle buccinateur de la joue, et s'ouvre dans la cavité orale en regard de la couronne de la deuxième molaire supérieure.

La glande parotide englobe l'artère carotide externe, la veine rétromandibulaire et l'origine de la partie extracrânienne du nerf facial (VII).

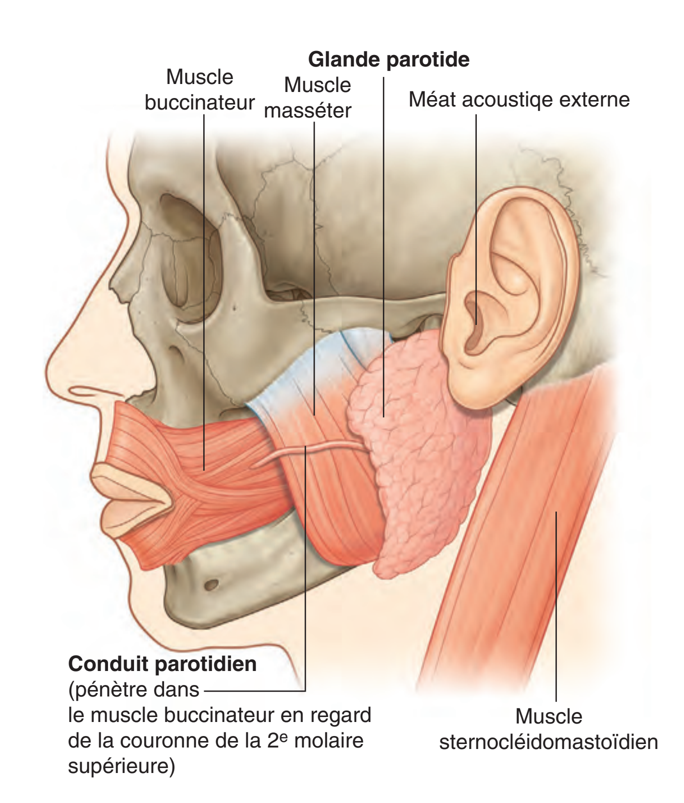


Figure 8.264 Glande parotide.

Glandes submandibulaires

Les **glandes submandibulaires**, allongées, sont plus petites que les glandes parotides, mais plus volumineuses que les glandes sublinguales. Chaque glande a une forme en crochet (fig. 8.265A,B) :

- le plus grand bras du crochet est dirigé en avant dans le plan horizontal sous le muscle mylohyoïdien et se situe ainsi en dehors des limites de la cavité orale – cette partie la plus grande de la glande, superficielle, est directement au contact d'une empreinte peu profonde marquée à la face médiale de la mandibule (fosse submandibulaire) sous la ligne mylohyoïdienne ;
- le plus petit bras du crochet (ou partie profonde) de la glande s'enroule autour du bord postérieur du muscle mylohyoïdien et s'étend dans le plancher de la cavité orale où il est latéral à la racine de la langue sur la face latérale du muscle hyoglosse.

Le **conduit submandibulaire** émerge de la face médiale de la partie profonde de la glande dans la cavité orale et passe en avant pour s'ouvrir au sommet d'une petite **papille sublinguale** à côté de la base du frein de la langue (fig. 8.265C,D).

Le nerf lingual fait une boucle sous le conduit submandibulaire, en croisant tout d'abord la face latérale puis la face médiale du conduit, au cours de son trajet descendant en avant et en bas à travers le plancher de la cavité orale, puis il monte dans la langue.

Glandes sublinguales

Les glandes sublinguales sont les plus petites des trois principales paires de glandes salivaires. Elles ont chacune une forme d'amande et sont situées immédiatement en dehors du

Figure 8.265 Glandes submandibulaires et sublinguales. **A.** Vue médiale. **B.** Vue postérieure. **C.** Vue antérieure. **D.** Vue antérosupérieure.

conduit submandibulaire et en rapport avec le nerf lingual dans le plancher de la cavité orale (fig. 8.265).

Chaque glande sublinguale est située contre la face médiale de la mandibule au niveau d'une gouttière peu profonde (fosse sublinguale) au-dessus du tiers antérieur de la ligne mylohyoïdienne.

Le bord supérieur de la glande sublinguale soulève un repli muqueux allongé (**pli sublingual**), qui s'étend de la partie postérolatérale du plancher de la cavité orale à la papille sublinguale, à côté de la base du frein de la langue en avant sur la ligne médiane (fig. 8.265D).

La glande sublinguale se draine dans la cavité orale par de nombreux petits conduits (conduits sublinguaux mineurs), qui s'ouvrent sur la crête du pli sublingual. Parfois, la partie la plus antérieure de la glande peut être drainée par un conduit (conduit sublingual majeur) qui s'ouvre avec le conduit submandibulaire au niveau de la caroncule sublinguale.

Vaisseaux

Les vaisseaux qui irriguent la glande parotide naissent de l'artère carotide externe et de ses branches adjacentes à la glande. Les glandes submandibulaire et sublinguale sont vascularisées par les branches des artères faciales et linguales.

Les veines de la glande parotide se drainent dans la veine jugulaire externe, et celles des glandes submandibulaire et sublinguale dans la veine faciale ou la veine linguale.

Les vaisseaux lymphatiques de la glande parotide se drainent dans les nœuds situés sur ou dans la glande. Ces nœuds parotidiens se drainent ensuite dans les nœuds cervicaux superficiels et profonds.

Les lymphatiques des glandes submandibulaire et sublinguale se drainent principalement dans les nœuds submandibulaires puis dans les nœuds cervicaux profonds, plus particulièrement dans le nœud jugulo-omohyoïdien.

Innervation

Innervation parasympathique

L'innervation parasympathique de toutes les glandes salivaires de la cavité orale est assurée par des rameaux du nerf facial (VII), qui s'unissent avec des rameaux des nerfs maxillaire (V_2) et mandibulaire (V_3) pour gagner ensuite leurs destinations finales.

La glande parotide qui est une glande située totalement en dehors de la cavité orale reçoit son innervation parasympathique de fibres qui cheminent initialement avec le nerf glossopharyngien (IX), et qui rejoignent pour finir un rameau du nerf mandibulaire (V_3) dans la fosse infratemporale (fig. 8.266).

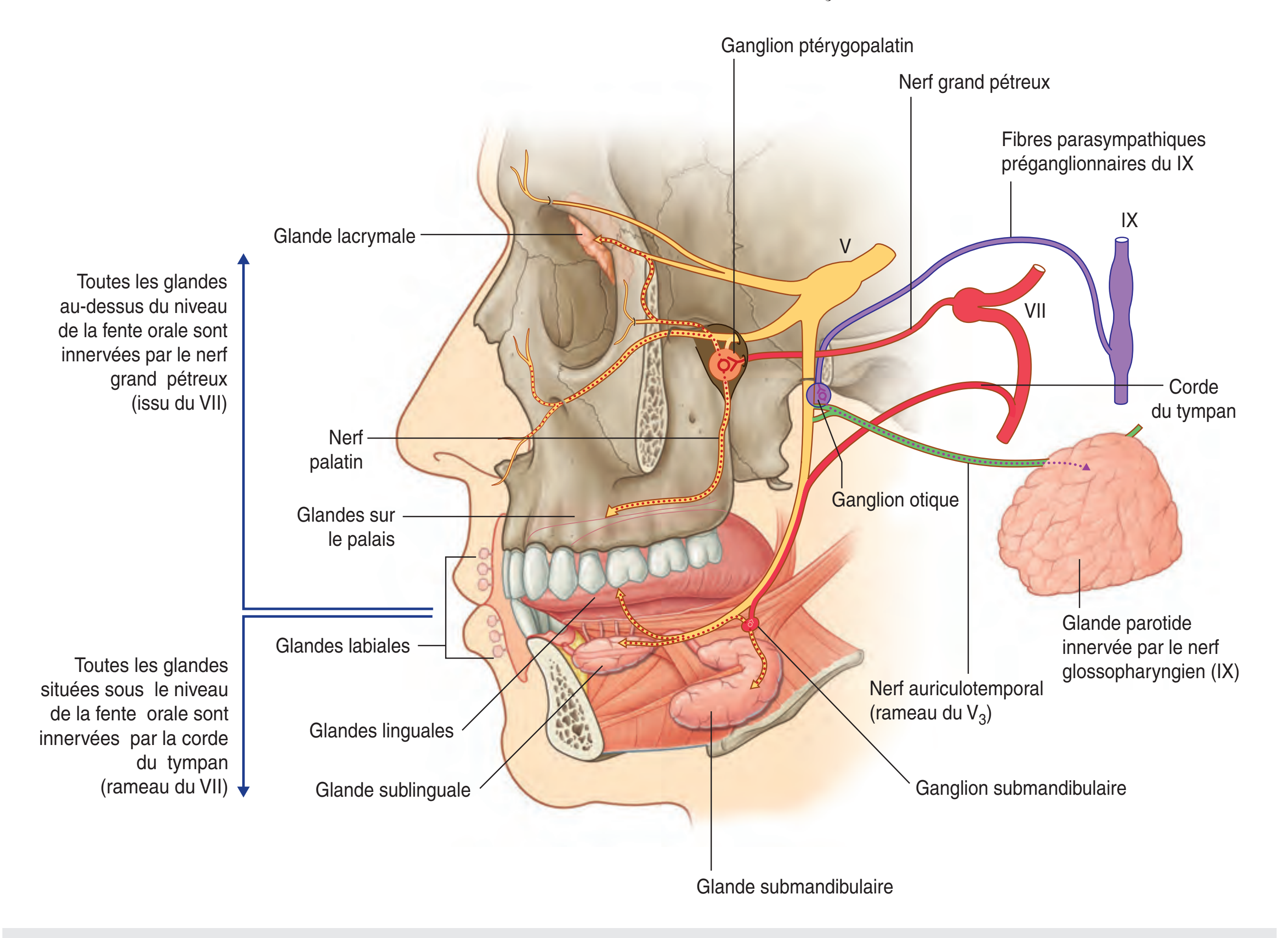


Figure 8.266 Résumé de l'innervation parasympathique (sécrétomotrice) des glandes de la tête.

Nerf grand pétreux

Toutes les glandes salivaires situées au-dessus du niveau de la fente orale, de même que les glandes muqueuses du nez et la glande lacrymale dans l'orbite, sont innervées par les fibres parasympathiques transportées par le rameau grand pétreux du nerf facial (VII) (fig. 8.266). Les fibres parasympathiques préganglionnaires transportées par ce nerf entrent dans la fosse ptérygopalatine et font synapse avec les fibres parasympathiques postganglionnaires dans le ganglion ptérygopalatin formé autour des rameaux du nerf maxillaire (V_2). Les fibres parasympathiques postganglionnaires s'unissent aux rameaux de la sensibilité générale du nerf maxillaire, comme les nerfs palatins, destinés au toit de la cavité orale, pour atteindre leurs glandes cibles.

Corde du tympan

Toutes les glandes situées sous le niveau de la fente orale – ce qui comprend les petites glandes du plancher de la cavité orale, de la lèvre inférieure, de la langue, et les volumineuses glandes submandibulaires et sublinguales – sont innervées par les fibres parasympathiques transportées par la corde du tympan du nerf facial (VII) (fig. 8.266).

La corde du tympan s'unit au rameau lingual du nerf mandibulaire (V_3) dans la fosse infratemporale, et entre avec ce nerf dans la cavité orale. À la face externe du muscle hyoglosse, les fibres préganglionnaires parasympathiques quittent le versant inférieur du nerf lingual pour faire synapse avec les fibres parasympathiques postganglionnaires dans le ganglion submandibulaire, qui semble suspendu au nerf lingual (fig. 8.267). Les fibres parasympathiques postganglionnaires sortent du ganglion et gagnent directement les glandes submandibulaire et sublinguale, mais certaines fibres regagnent le nerf lingual et cheminent avec des rameaux du nerf lingual pour atteindre les glandes cibles.

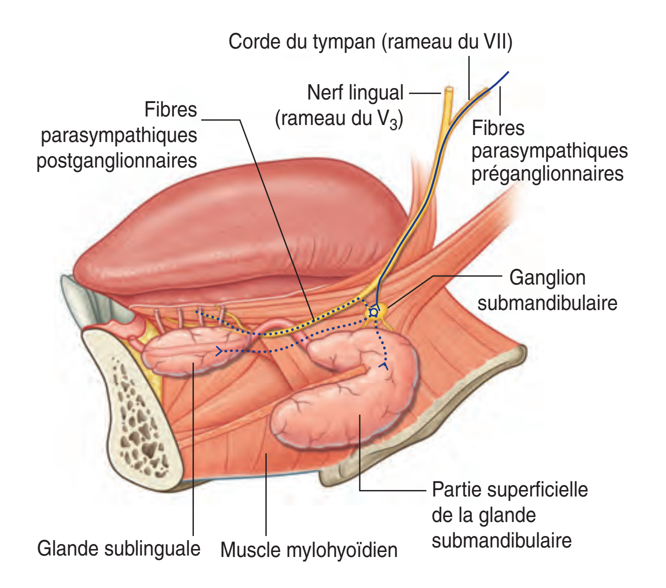


Figure 8.267 Trajet des fibres parasympathiques de la corde du tympan.

Innervation sympathique

L'innervation sympathique des glandes salivaires provident du niveau médullaire T1. Les fibres préganglionnaires entrent dans le tronc sympathique et montent pour faire synapse dans le ganglion sympathique cervical supérieur (fig. 8.268). Les fibres postganglionnaires accompagnent des vaisseaux sanguins adjacents et des nerfs pour atteindre les glandes.

Nerf lacrymal
Ganglion ptérygopalatin
Ganglion otique
Glande lacrymale
(V)
(IX)
(VII)
Nerf pétreux profond
Nerf palatin
Nerf auriculotemporal (issu de [V_3])
Glandes sur le palais
Artère méningée moyenne
Glande parotide
Artère maxillaire
Artère carotide interne
Glandes labiales
Ganglion cervical supérieur
Glandes linguales
Artère faciale
Glande sublinguale
Artère carotide externe
Tronc sympathique
Ganglion submandibulaire
Glande submandibulaire

Figure 8.268 Résumé de l'innervation sympathique des glandes de la tête.

Toit (palais)

Le toit de la cavité orale est formé par le palais, qui a deux parties : le palais dur, antérieur, et le palais mou (ou voile du palais), postérieur (fig. 8.269).

Palais dur

Le palais dur sépare la cavité orale des cavités nasales. Il est formé d'une lame osseuse couverte au-dessus et en dessous par une muqueuse :

- au-dessus, il est couvert par la muqueuse respiratoire et forme le plancher des fosses nasales ;
- au-dessous, il est couvert par une couche de muqueuse orale fermement attachée et forme l'essentiel du toit de la cavité orale (fig. 8.269).

Les processus palatins des os maxillaires forment les trois quarts du palais dur. Les lames horizontales des os palatins forment le quart postérieur. Dans la cavité orale, l'arcade alvéolaire supérieure entoure le palais dur en avant et latéralement. En arrière, le palais dur est en continuité avec le palais mou.

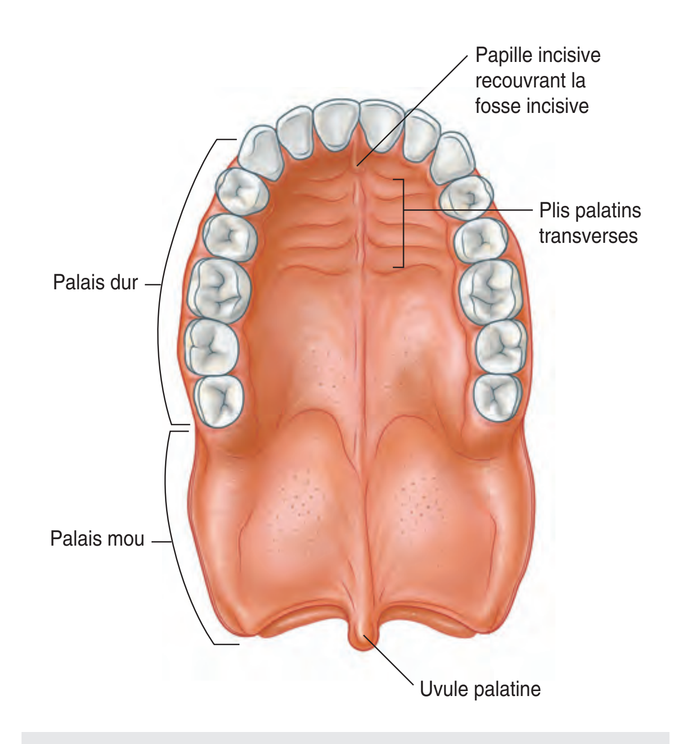


Figure 8.269 Palais.



La muqueuse du palais mou dans la cavité orale présente de nombreux **plis palatins transverses** et une crête longitudinale médiane (le **raphé du palais**), qui se termine en avant par une petite voussure ovale (la **papille incisive**). La papille incisive (fig. 8.269) recouvre la fosse incisive formée entre les lames horizontales des os maxillaires immédiatement en arrière des incisives.

Palais mou

Le palais mou (ou voile du palais) (fig. 8.269) prolonge en arrière le palais dur et agit comme une valve qui peut être :

- abaissée pour contribuer à la fermeture de l'isthme du gosier ;
- élevée pour séparer le nasopharynx de l'oropharynx.

Le palais mou est constitué et mobilisé par quatre muscles, et est recouvert par une muqueuse qui est en continuité avec la muqueuse du pharynx et des cavités orale et nasales.

Le petit muscle en forme de goutte d'eau qui est suspendu à son bord postérieur est l'**uvule palatine (luette)**.

Muscles du palais mou

Cinq muscles (tableau 8.22) de chaque côté contribuent à la formation et au mouvement du palais mou. Deux d'entre eux, le muscle tenseur du voile du palais et le muscle élévateur du voile du palais, descendent dans le palais depuis la base du crâne. Deux autres, le muscle palatoglosse et le muscle palatopharyngien, montent dans le palais depuis la langue et le pharynx, respectivement. Le dernier muscle, le muscle uvulaire, est destiné à l'uvule palatine.

Tous les muscles du palais sont innervés par le nerf vague (X), à l'exception du muscle tenseur du voile du palais, qui est innervé par le nerf mandibulaire (V_3) (par l'intermédiaire du nerf du ptérygoïdien médial).

Muscle tenseur du voile du palais et aponévrose palatine

Le **muscle tenseur du voile du palais** est composé de deux parties : une partie verticale musculaire et une partie fibreuse plus horizontale, qui forme l'aponévrose palatine (fig. 8.270A).

La partie verticale du muscle tenseur du voile du palais est fine et de forme triangulaire, sa base étant attachée au crâne et son apex étant orienté en bas. La base est attachée le long d'une ligne oblique qui commence en dedans dans la fosse scaphoïde près de la racine du processus ptérygoïde de l'os sphénoïde, et continue latéralement le long de la partie membraneuse de la trompe auditive vers l'épine de l'os sphénoïde.

Le muscle tenseur du voile du palais descend verticalement le long de la face latérale de la lame médiale du processus ptérygoïde et de la paroi pharyngienne jusqu'à l'hamulus ptérygoïde où les fibres convergent sur un petit tendon (fig. 8.270A).

Le tendon fait une boucle à 90° en dedans autour de l'hamulus ptérygoïdien, en pénétrant dans l'origine du muscle buccinateur, et s'élargit en éventail pour former la partie horizontale du muscle. Cette partie fibreuse est en continuité sur la ligne médiane avec son homologue controlatérale pour former l'aponévrose palatine.

L'**aponévrose palatine** est insérée en avant au bord du palais dur, mais n'est pas attachée en arrière, où elle présente un bord libre. Cette aponévrose étendue est le principal élément architectural du palais mou et constitue le point d'attache des autres muscles.

Tableau 8.22 Muscles du palais mou.

Muscles	Origine	Terminaison	Innervation	Fonction
Tenseur du voile du palais	Fosse scaphoïde de l'os sphénoïde ; partie fibreuse de la trompe auditive ; épine du sphénoïde	Aponévrose palatine	Nerf mandibulaire (V_3) par le rameau du muscle ptérygoïdien médial	Tend le palais mou ; ouvre la trompe auditive
Élévateur du voile du palais	Partie pétreuse de l'os temporal en avant de l'ouverture du canal carotidien	Face supérieure de l'aponévrose palatine	Nerf vague (X) par le rameau pharyngien du plexus pharyngien	Seul muscle élévateur du palais mou au-dessus de la position neutre
Palatopharyngien	Face supérieure de l'aponévrose palatine	Paroi pharyngienne du plexus pharyngien	Nerf vague (X) par le rameau pharyngien	Abaisse le palais mou ; attire l'arc palatopharyngien vers la ligne médiane ; élévateur du pharynx
Palatoglosse	Face inférieure de l'aponévrose palatine	Bord latéral de la langue	Nerf vague (X) par le rameau pharyngien du plexus pharyngien	Abaisse le palais ; attire l'arc palatoglosse vers la ligne médiane ; élève le dos de la langue
Muscle uvulaire	Épine nasale postérieure du palais dur	Tissu conjonctif de l'uvule palatine	Nerf vague (X) par le rameau pharyngien du plexus pharyngien	Élève et rétracte l'uvule palatine ; épaissit la région centrale du palais mou

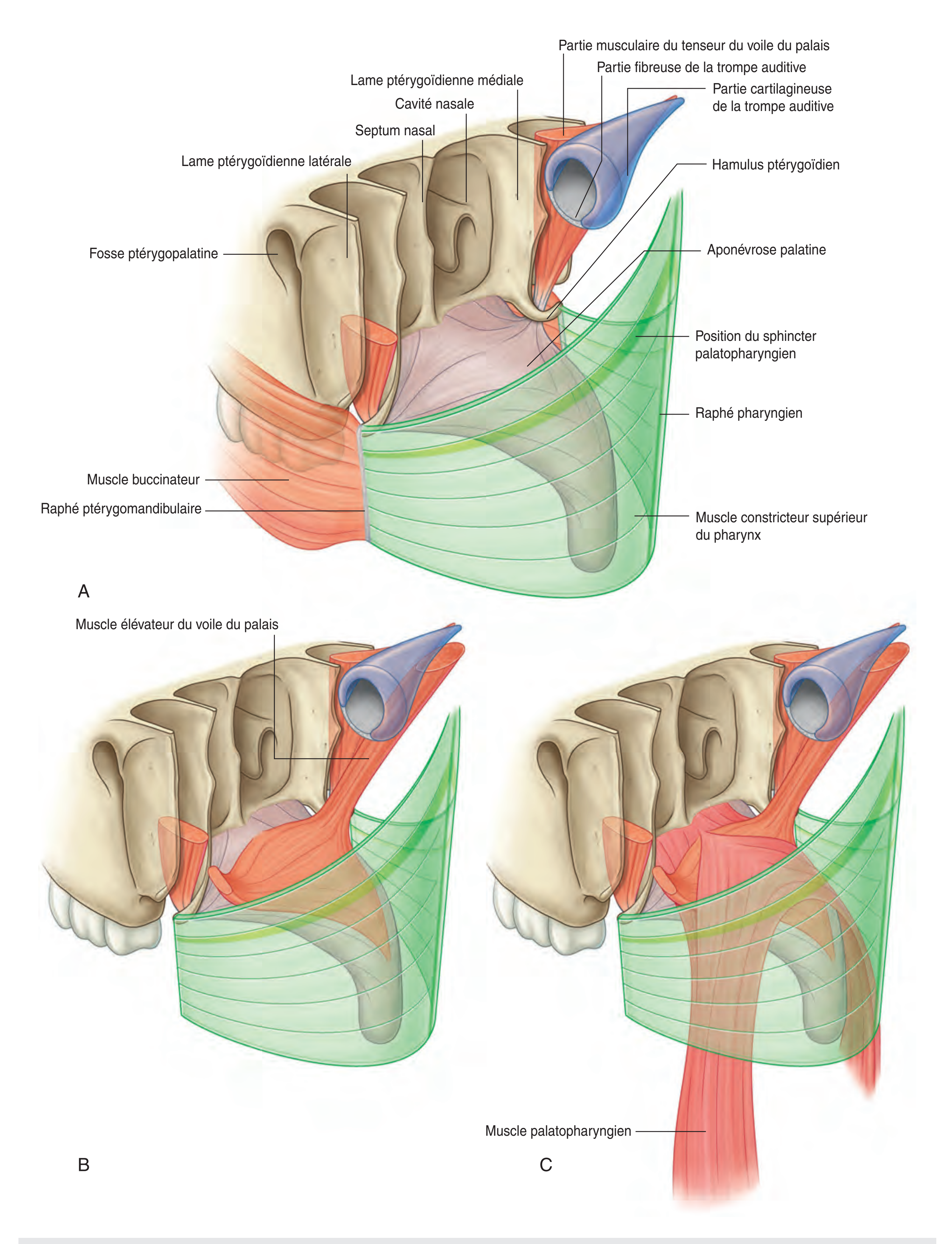


Figure 8.270 **A.** Muscles tenseurs du voile du palais et aponévrose palatine. **B.** Muscles élévateurs du voile du palais. **C.** Muscles palatopharyngiens.

Le muscle tenseur du voile du palais :

- met en tension (rigidifie) le palais mou de manière à rendre la contraction des autres muscles attachés au palais plus efficace ;
- ouvre la trompe auditive lorsque le palais se déplace au cours du bâillement et de la déglutition, du fait de ses attaches supérieures sur la partie membraneuse de la trompe auditive.

Le tenseur du muscle tenseur du voile du palais est innervé par le nerf du ptérygoïdien médial du nerf mandibulaire (V_3).

Muscle élévateur du voile du palais

Le muscle élévateur du voile du palais naît de la base du crâne et descend sur la face supérieure de l'aponévrose palatine (fig. 8.270B). Sur le crâne, il naît d'une zone rugueuse de la partie pétreuse de l'os temporal immédiatement en avant de l'ouverture du canal carotidien. Certaines fibres naissent aussi des parties adjacentes de la trompe auditive.

Le muscle élévateur du voile du palais se dirige en avant et en bas à travers le fascia de la paroi pharyngienne, passe en dedans de la trompe auditive, et s'insère sur l'aponévrose palatine (fig. 8.270B). Ses fibres se mêlent sur la ligne médiane avec les fibres du muscle élévateur du voile du palais controlatéral.

À la différence des muscles tenseurs du voile du palais, les muscles élévateurs du voile du palais ne contournent pas chaque hamulus ptérygoïdien, mais cheminent directement de la base du crâne à la face supérieure de l'aponévrose palatine. Ainsi, ce sont les seuls muscles qui peuvent élever le palais au-dessus de la position neutre et fermer l'isthme pharyngien entre le nasopharynx et l'oropharynx.

Le muscle élévateur du voile du palais est innervé par le nerf vague (X) par l'intermédiaire du rameau pharyngien destiné au plexus pharyngien. Cliniquement, le muscle élévateur du voile du palais peut être testé en demandant au patient de dire « ah ». Si le muscle de chaque côté fonctionne correctement, le palais s'élève, surtout sur la ligne médiane. Si un côté ne fonctionne pas bien, le palais dévie alors du côté déficitaire.

Muscle palatopharyngien

Le muscle palatopharyngien naît de la face supérieure de l'aponévrose palatine et se dirige en arrière et latéralement au-dessus de son bord pour descendre et constituer l'un des muscles longitudinaux de la paroi pharyngienne (fig. 8.270C). Il est attaché à l'aponévrose palatine par deux lamelles aplaties séparées par le muscle élévateur du voile du palais. La plus antérolatérale de ces deux lamelles est attachée au bord postérieur du palais dur comme l'aponévrose palatine.

Les deux muscles palatopharyngiens, un de chaque côté, soulèvent les reliefs des **arcs palatopharyngiens** sur la paroi oropharyngienne. Les arcs palatopharyngiens sont postérieurs et médiaux par rapport aux **arcs palatoglosses** lorsque l'on regarde la cavité orale en vue antérieure (fig. 8.271).

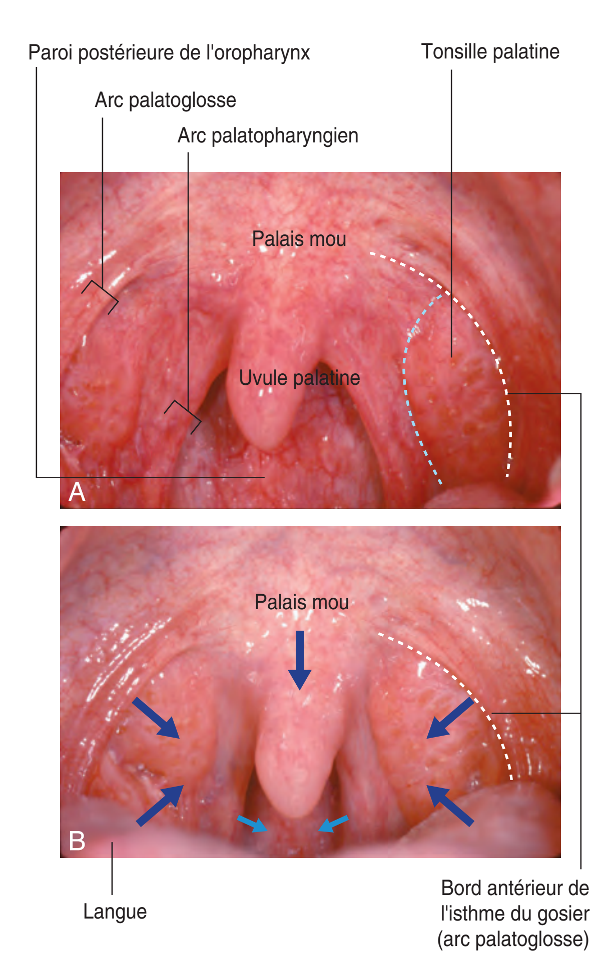


Figure 8.271 Bouche ouverte et palais mou. **A.** Isthme du gosier ouvert. **B.** Isthme du gosier fermé.

De chaque côté, la tonsille palatine est située entre l'arc palatopharyngien et l'arc palatoglosse sur la paroi oropharyngienne (fig. 8.271A).

Les muscles palatopharyngiens :

- abaissent le palais et déplacent les arcs palatopharyngiens vers la ligne médiane comme des rideaux – ces deux actions contribuent à fermer l'isthme du gosier ;
- élèvent le pharynx lors de la déglutition.

Le muscle palatopharyngien est innervé par le nerf vague (X) par l'intermédiaire du rameau pharyngien destiné au plexus pharyngien.

Muscle palatoglosse

Le muscle palatoglosse s'insère sur la face inférieure (face orale) de l'aponévrose palatine, et se dirige en bas et en avant vers la face latérale de la langue (fig. 8.272).

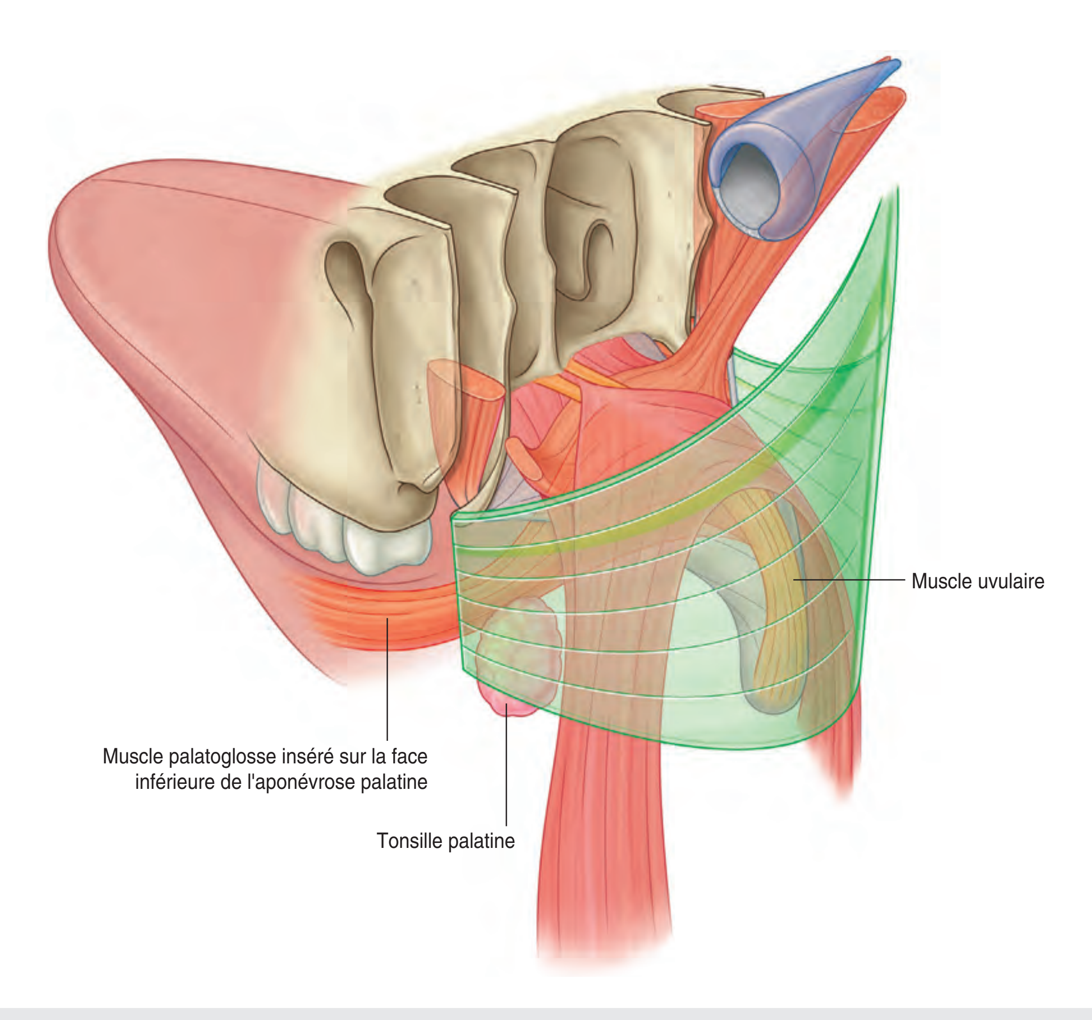


Figure 8.272 Muscles palatoglosses et muscle uvulaire.



Le muscle palatoglosse soulève un repli muqueux qui forme un arc du palais mou à la langue. Ces arcs palatoglosses, un de chaque côté, sont latéraux et antérieurs aux arcs palatopharyngiens, et déterminent les limites latérales de l'isthme du gosier (fig. 8.271A).

La tonsille palatine est située entre les arcs palatopharyngien et palatoglosse sur la paroi oropharyngienne latérale (fig. 8.271 et fig. 8.272).

Les muscles palatoglosses abaissent le palais, attirent les arcs palatoglosses vers la ligne médiane comme des rideaux, et élèvent le dos de la langue. Ces actions contribuent à obturer l'isthme du gosier.

Le muscle palatoglosse est innervé par le nerf vague (X) par l'intermédiaire du rameau pharyngien destiné au plexus pharyngien.

Muscle uvulaire

Le muscle uvulaire naît de l'épine nasale postérieure sur le bord postérieur du palais dur, et passe directement en arrière sur la partie postérieure de l'aponévrose palatine pour s'insérer sur le tissu conjonctif sous la muqueuse de l'uvule palatine (fig. 8.272). Il chemine entre les deux lamelles du muscle palatopharyngien au-dessus de l'insertion du muscle élévateur du voile du palais. Le long de la ligne médiane, le muscle uvulaire s'unit à son homologue opposé.

Le muscle uvulaire élève et rétracte l'uvule palatine. Cette action épaissit la partie centrale du palais mou et renforce l'action des muscles élévateurs du voile du palais pour fermer l'isthme pharyngien entre le nasopharynx et l'oropharynx.

Le muscle uvulaire est innervé par le nerf vague (X) par l'intermédiaire du rameau pharyngien destiné au plexus pharyngien.

Vaisseaux

Artères

Les artères du palais comprennent la branche grande palatine de l'artère maxillaire, l'artère palatine ascendante branche de l'artère faciale, et la branche palatine de l'artère pharyngienne ascendante. Les artères maxillaire, faciale et pharyngienne ascendante sont toutes des branches qui naissent dans le cou de l'artère carotide externe (fig. 8.273).

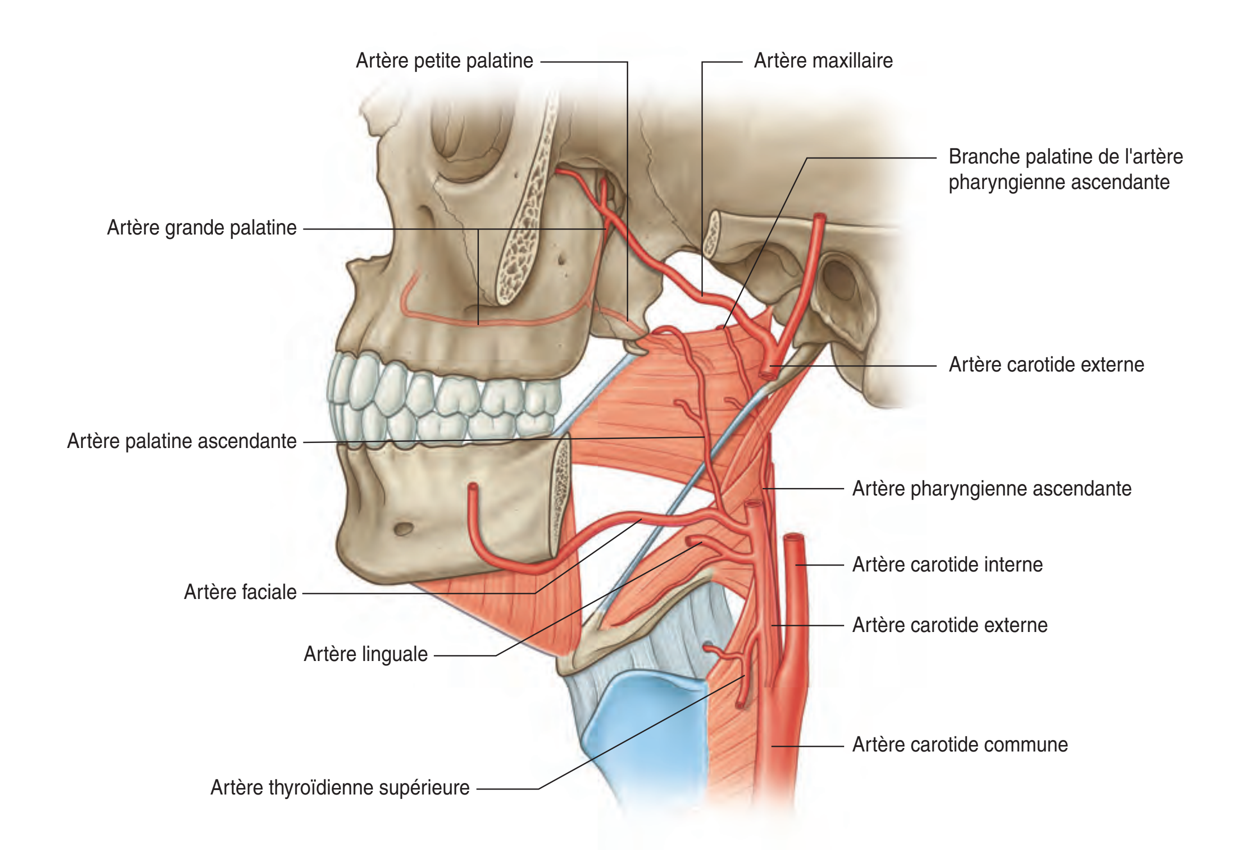


Figure 8.273 Artères du palais.

Artère palatine ascendante et branche palatine

L'**artère palatine ascendante**, branche de l'artère faciale, monte le long de la face externe du pharynx. La branche palatine fait une boucle en dedans au-dessus du muscle constricteur du pharynx pour pénétrer dans le fascia pharyngien avec le muscle élévateur du voile du palais, et accompagne le muscle élévateur du voile du palais jusqu'au palais mou.

La **branche palatine** de l'artère pharyngienne ascendante suit le même trajet que la branche palatine de l'artère palatine ascendante à partir de l'artère faciale, et peut se substituer à ce vaisseau.

Artère grande palatine

L'**artère grande palatine** naît de l'artère maxillaire dans la fosse ptérygopalatine. Elle descend dans le canal palatin où elle donne origine à une **branche petite palatine**, puis elle continue à travers le foramen grand palatin jusqu'à la face inférieure du palais dur (fig. 8.274). L'artère grande palatine se dirige en avant sur le palais dur, puis quitte le palais vers le haut par le canal incisif pour entrer dans la paroi médiale de la cavité nasale où elle se termine. L'artère grande palatine est la principale artère du palais dur. Elle irrigue la gencive palatine. La branche petite palatine traverse le foramen petit palatin juste en arrière du foramen grand palatin, et contribue à la vascularisation du palais mou.

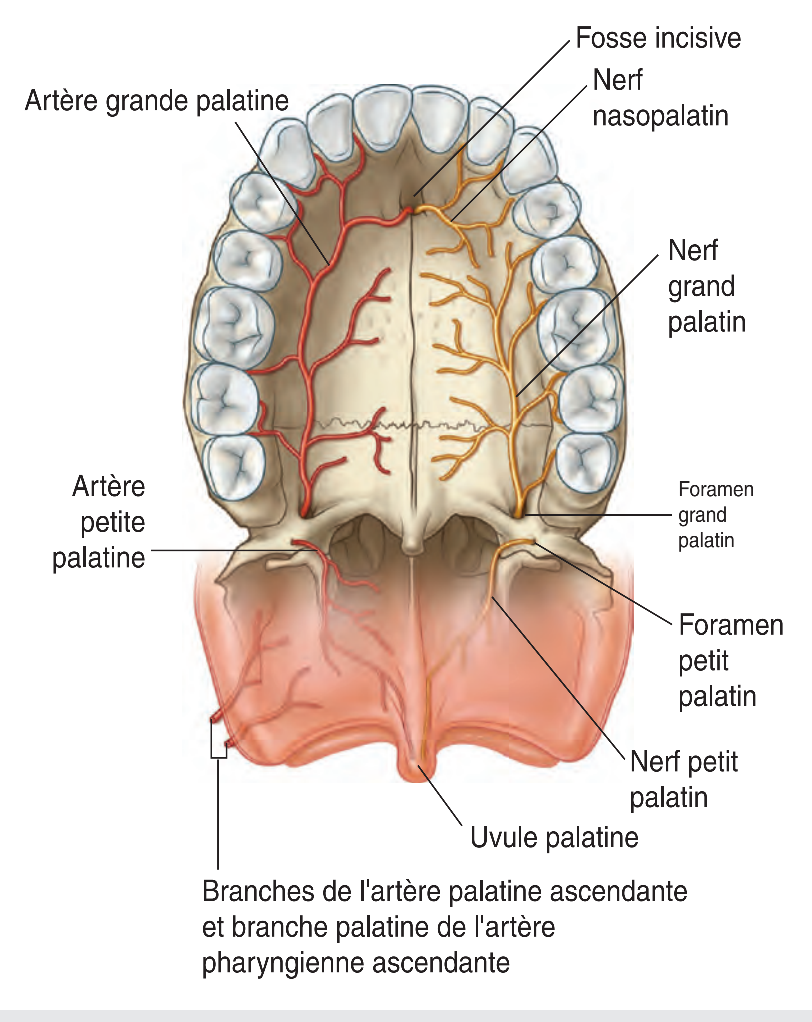


Figure 8.274 Nerfs et artères palatins.



Veines

Les veines du palais suivent en règle les artères et se drainent finalement dans le plexus veineux ptérygoïdien dans la fosse infratemporale (fig. 8.275), ou dans un réseau de veines associé à la tonsille palatine, qui se draine dans le plexus veineux pharyngien ou directement dans la veine faciale.

Lymphatiques

Les vaisseaux lymphatiques du palais se drainent dans les nœuds cervicaux profonds (fig. 8.275).

Innervation

Le palais est innervé par les nerfs grand et petit palatins (fig. 8.274 et fig. 8.276).

Les fibres de la sensibilité générale transportées par ces nerfs naissent dans la fosse ptérygopalatine du nerf maxillaire (V_2).

Des fibres parasympathiques (destinées aux glandes) et des fibres AS (pour le goût au niveau du palais mou) proviennent d'un rameau du nerf facial (VII) et s'unissent aux nerfs dans la fosse ptérygopalatine, de même que des fibres sympathiques (surtout destinées aux vaisseaux sanguins) qui proviennent du niveau médullaire spinal T1.

Nerfs grand et petit palatins

Les nerfs grand et petit palatins descendent à travers la fosse ptérygopalatine et le canal palatin pour atteindre le palais (fig. 8.276) :

- le nerf grand palatin chemine à travers le foramen grand palatin et tourne en avant pour innerver le palais osseux et la gencive jusqu'à la première molaire ;

Figure 8.275 Drainage veineux et lymphatique du palais.

- le nerf petit palatin chemine en arrière et en dedans pour innerver le palais mou.

Nerf nasopalatin

Le nerf nasopalatin naît aussi dans la fosse ptérygopalatine, mais chemine en dedans vers la cavité nasale. Il continue en dedans au-dessus du toit de la cavité nasale pour atteindre la paroi médiale, puis en avant et obliquement vers le bas de la paroi pour gagner le canal incisif dans le plancher antérieur. Il descend ensuite dans le canal incisif et la fosse incisive pour atteindre la face inférieure du palais osseux (fig. 8.276).

Le nerf nasopalatin innerve la gencive et la muqueuse adjacentes aux incisives et à la canine.

Fente orale et lèvres

La fente orale est l'ouverture entre les lèvres qui met en communication la cavité orale et l'extérieur (fig. 8.277). Elle peut être ouverte ou fermée, et sa forme est modifiée par les

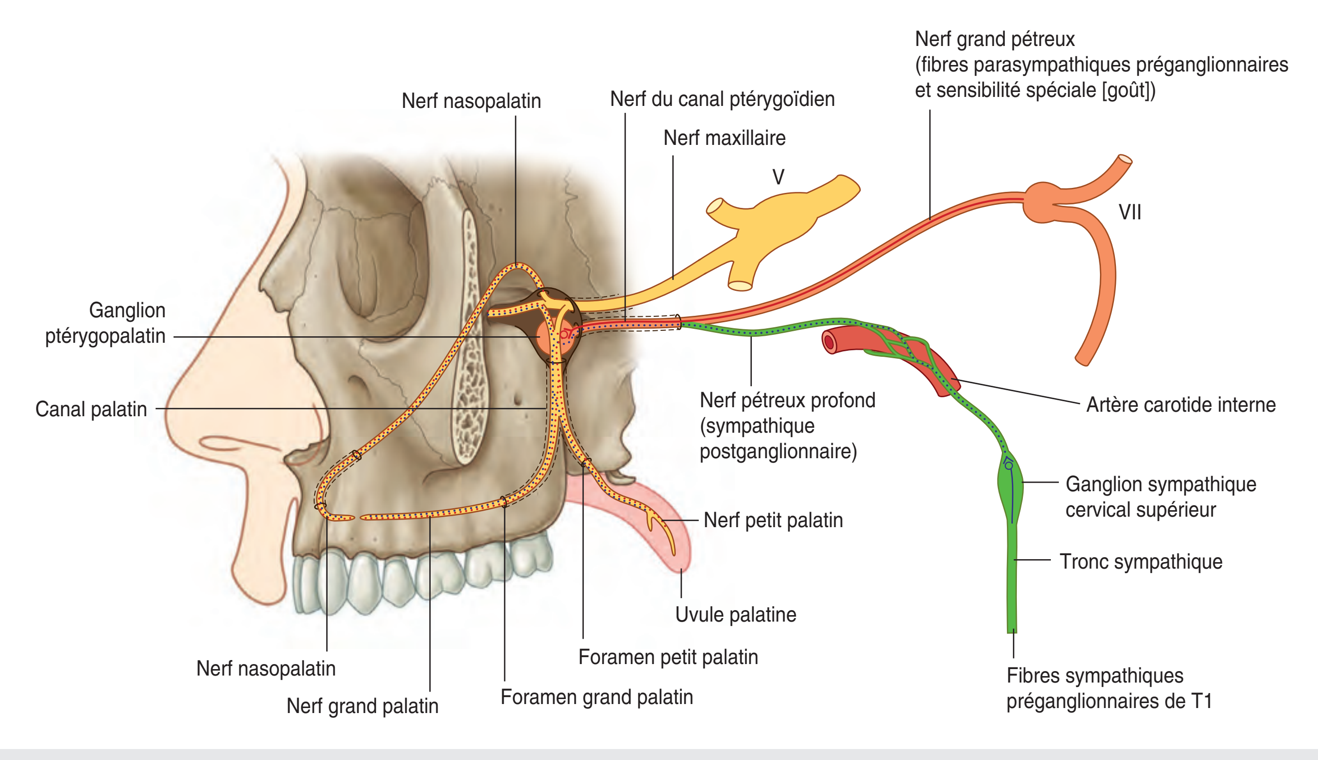


Figure 8.276 Innervation du palais.

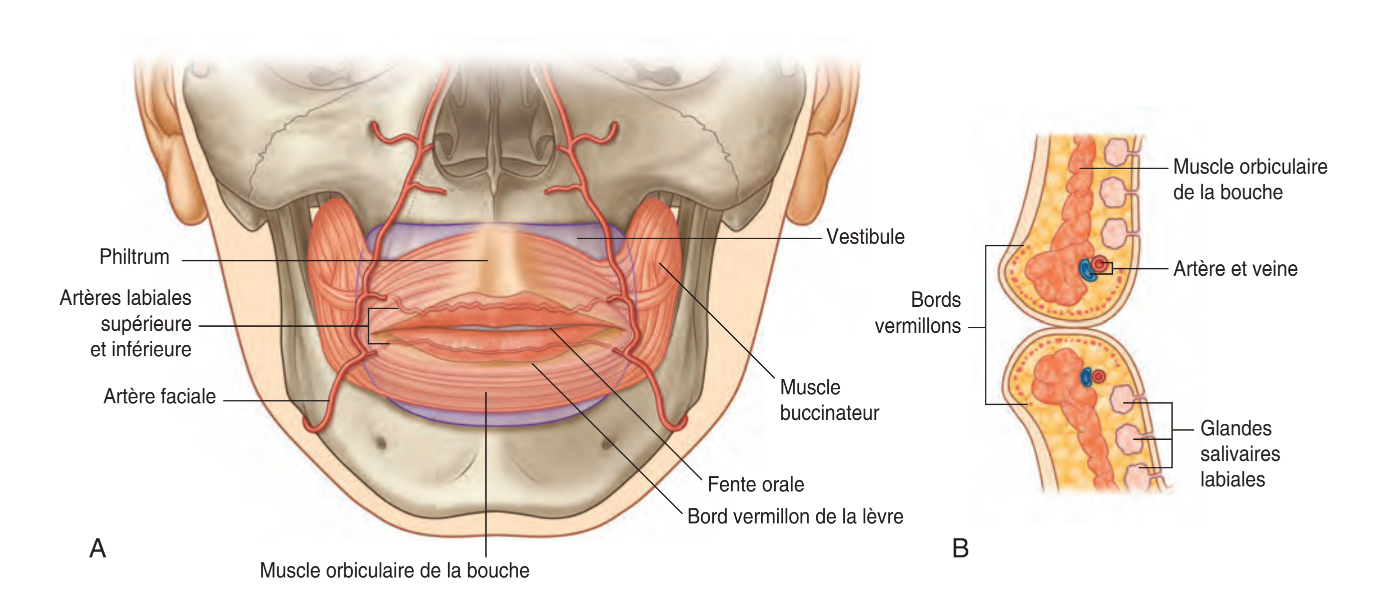


Figure 8.277 Fente orale et lèvres. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue latérale Coupe sagittale.

mouvements des muscles de l'expression faciale (ou mimique) associés aux lèvres et aux régions voisines, et par les mouvements de la mâchoire inférieure (mandibule).

Les **lèvres** sont entièrement composées de tissus mous (fig. 8.277B). Elles sont bordées sur leur versant interne par la muqueuse orale et couvertes sur leur versant externe par la peau. Sur leur versant externe, il existe une zone de transition entre la peau épaisse qui couvre la face et la peau plus fine qui couvre les bords des lèvres en continuité avec la muqueuse orale sur les faces profondes des lèvres.

Les vaisseaux sanguins sont au contact de la surface dans les zones où la peau est fine, ce qui crée le bord rouge vermillon qui couvre les bords des lèvres.

La lèvre supérieure présente un sillon évasé vertical à sa face externe (le **philtrum**), compris entre deux crêtes cutanées (les crêtes philtrales) (fig. 8.277A). Le philtrum et les crêtes sont formés embryologiquement par la fusion des deux bourgeons nasaux médiaux.

À la face profonde des deux lèvres, un repli muqueux (le **frein médian de la lèvre**) unit la lèvre à la gencive adjacente.

Les lèvres contiennent le muscle orbiculaire de la bouche, des tissus neurovasculaires et les glandes labiales (fig. 8.277B). Les glandes labiales, en forme de petits pois, sont situées entre le tissu musculaire et la muqueuse orale, et s'ouvrent dans le vestibule oral.

Certains muscles de l'expression faciale contrôlent la forme et la taille de la fente orale. Le plus important de ces muscles est le muscle orbiculaire de la bouche, qui entoure l'ouverture et agit comme un sphincter. Certains autres muscles de l'expression faciale sont intriqués dans le muscle orbiculaire de la bouche ou dans d'autres tissus des lèvres, et ouvrent ou ajustent les contours de la fente orale. Ceux-ci comprennent les muscles buccinateur, élévateur de la lèvre supérieure, grand et petit zygomatiques, élévateur de l'angle de la bouche, abaisseur de la lèvre inférieure, abaisseur de l'angle de la bouche et platysma.

Isthme du gosier

L'isthme du gosier est l'ouverture entre la cavité orale et l'oropharynx (voir fig. 8.271). Il est formé :

- latéralement, par les arcs palatoglosses ;
- en haut, par le palais mou ;
- en bas, par le sillon terminal de la langue qui sépare la face orale de la langue (deux tiers antérieurs) de la face pharyngienne (tiers postérieur).

L'isthme du gosier peut être fermé par l'élévation de la partie postérieure de la langue, l'abaissement du palais, et la translation médiale des arcs palatoglosses vers la ligne médiane.

La translation médiale des arcs palatopharyngiens en dedans et en arrière des arcs palatoglosses est aussi mise en œuvre dans l'occlusion de l'isthme du gosier. En fermant l'isthme du gosier, les aliments ou les liquides peuvent être maintenus dans la cavité orale tout en permettant la respiration.

Dents et gencives

Les **dents** sont placées dans des cavités (alvéoles) creusées dans deux arcades osseuses sur la mandibule en bas et l'os maxillaire en haut (arcades alvéolaires [dentaires]). Si les dents sont enlevées, l'os alvéolaire se résorbe et les arcs disparaissent.

Les **gencives** sont des régions spécialisées de la muqueuse orale qui entourent les dents et couvrent les régions adjacentes de l'os alvéolaire.

Les différents types de dents sont individualisables en fonction de leur morphologie, de leur position et de leur fonction (fig. 8.278A).

Chez l'adulte, il existe 32 dents ; 16 dents sont portées par la mâchoire supérieure, 16 par la mâchoire inférieure. De chaque côté, chaque arcade dentaire maxillaire ou mandibulaire porte deux incisives, une canine, deux prémolaires et trois molaires.

- Les **incisives** sont les dents de « devant » ; elles ont une racine et une couronne en forme de ciseau, qui est coupante.
- Les **canines**, en arrière des incisives, sont les dents les plus longues, ont une couronne avec une cuspide simple pointue, et « déchirent ».
- Les **prémolaires** (bicuspides) ont une couronne avec deux cuspides pointues, une sur le versant buccal (joue) de la dent et l'autre du côté lingual (langue) ou palatin (palais). Elles possèdent généralement une racine (mais la première prémolaire supérieure au contact de la canine peut en avoir deux), et « broient ».
- Les **molaires** sont derrière les prémolaires, ont trois racines et des couronnes avec trois à cinq cuspides, et « broient ».

Deux dentitions se succèdent chez l'homme : les dents déciduales ou temporaires (ou lactéales, de l'enfant) (fig. 8.278B), et les dents définitives (ou permanentes, de l'adulte). Les dents déciduales apparaissent sur la gencive entre l'âge de 6 mois et 2 ans. Les dents définitives commencent à apparaître et à remplacer les dents déciduales à partir de l'âge de 6 ans, et peuvent continuer d'apparaître jusqu'à l'âge adulte.

Les 20 dents déciduales comprennent deux incisives, une canine, et deux molaires de chaque côté sur les mâchoires supérieure et inférieure. Ces dents sont remplacées par les incisives, les canines et les prémolaires de la dentition permanente. Les molaires définitives apparaissent derrière les molaires déciduales et nécessitent l'allongement de la mâchoire vers l'avant pour avoir la place de se développer.

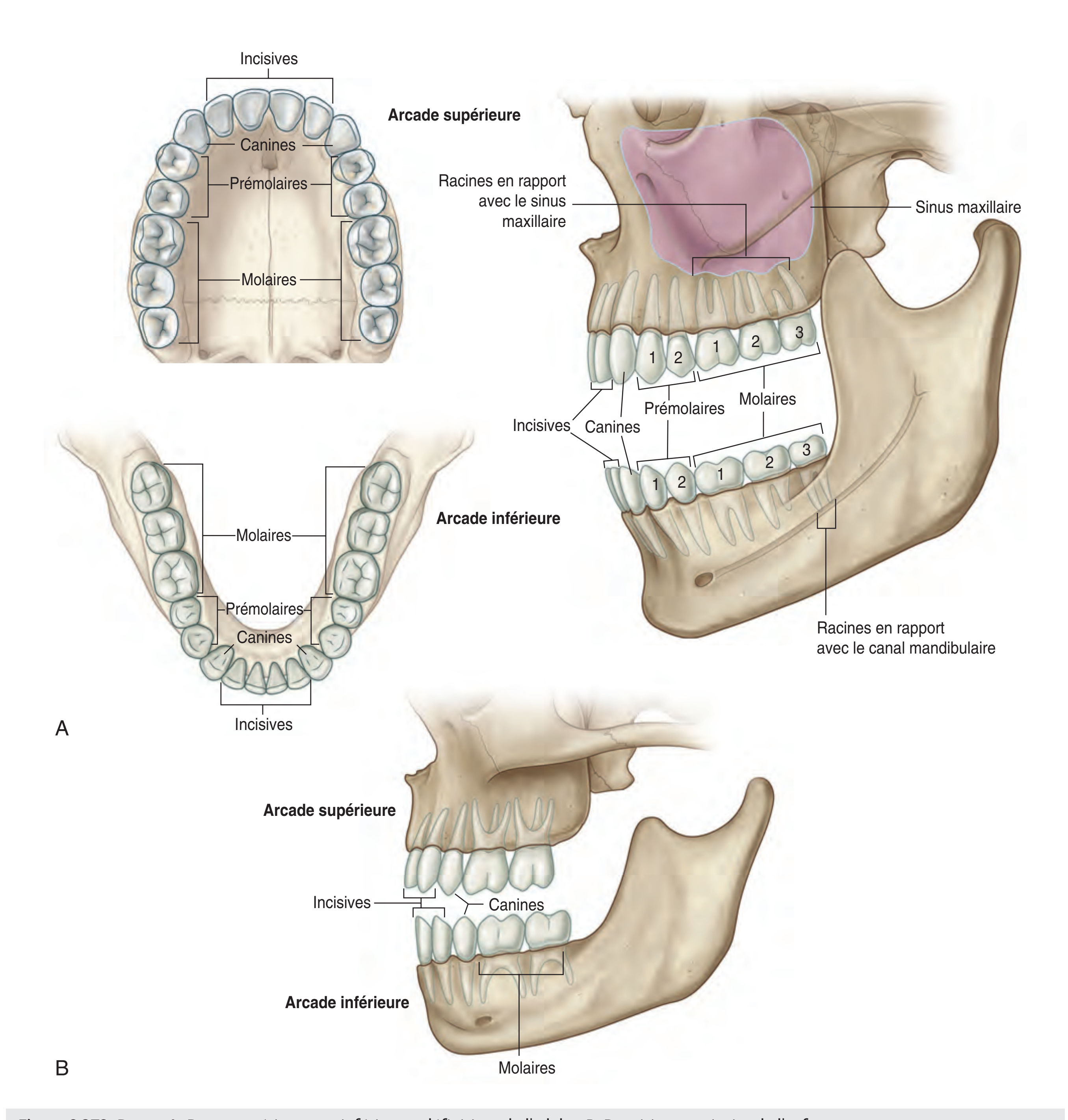


Figure 8.278 Dents. **A.** Dents supérieures et inférieures définitives de l'adulte. **B.** Dentition provisoire de l'enfant.

Vaisseaux

Artères

Toutes les dents sont vascularisées par des vaisseaux qui naissent directement ou indirectement de l'artère maxillaire (fig. 8.279).

Artère alvéolaire inférieure

Toutes les dents inférieures sont irriguées par l'**artère alvéolaire inférieure**, qui naît de l'artère maxillaire dans la fosse infratemporale. Le vaisseau entre dans le canal de la mandibule, se dirige en avant dans l'os en donnant des branches pour les dents les plus postérieures, et se divise sous la première prémolaire en **branches incisive** et **mentonnière**. La branche mentonnière quitte le foramen mentonnier pour vasculariser le menton, alors que la branche incisive continue dans l'os pour vasculariser les dents antérieures et les structures adjacentes.

Artères alvéolaires supérieures postérieure et antérieure

Toutes les dents supérieures sont vascularisées par les artères alvéolaires supérieures antérieure et postérieure.

L'**artère alvéolaire supérieure et postérieure** naît de l'artère maxillaire juste après son entrée dans la fosse ptérygopalatine, et quitte la fosse par la fissure ptérygopalatine. Elle descend sur la face postérolatérale de l'os maxillaire, donne des branches collatérales qui entrent dans l'os par de petits canaux pour vasculariser les molaires et les prémolaires.

L'**artère alvéolaire supérieure et antérieure** naît de l'artère infraorbitaire, qui provient de l'artère maxillaire dans la fosse ptérygopalatine. L'artère infraorbitaire quitte la fosse ptérygopalatine par la fissure orbitaire inférieure, et chemine dans le canal et le sillon orbitaires inférieurs dans le plancher de l'orbite. L'artère alvéolaire supérieure antérieure naît de l'artère infraorbitaire dans le canal infraorbitaire. Elle traverse l'os et donne des branches qui vont irriguer les canines et les incisives.

Vascularisation des gencives

Les gencives sont irriguées par de multiples vaisseaux ; les sources dépendent du côté de chaque dent sur lequel se trouve la gencive – le côté orienté vers le vestibule oral ou la joue (face vestibulaire ou buccale), ou le côté orienté vers la langue ou le palais (face linguale ou palatine) :

- la gencive buccale des dents inférieures est vascularisée par les branches de l'artère alvéolaire inférieure, alors que la face linguale est irriguée par les branches de l'artère linguale qui vascularisent la langue ;

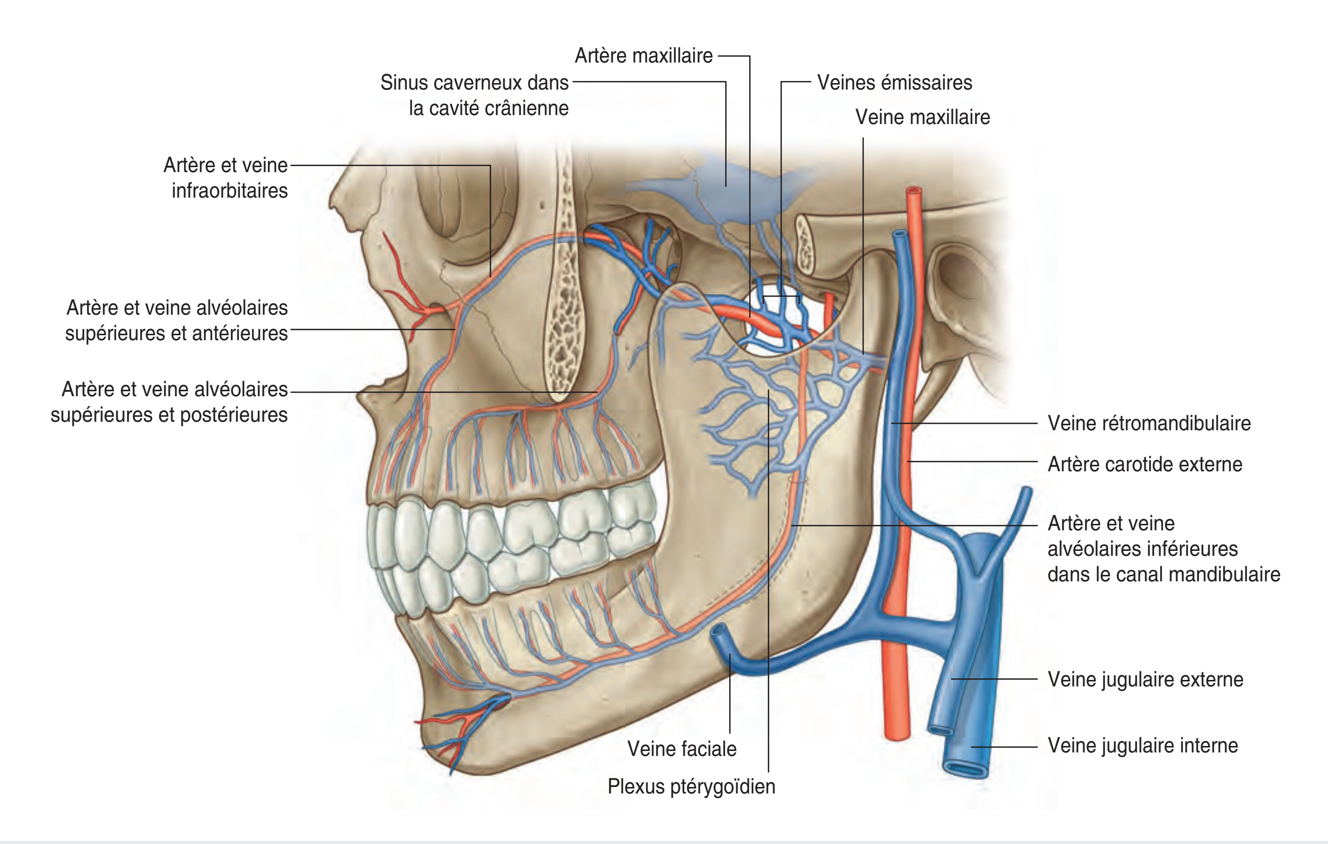


Figure 8.279 Artères et veines des dents.

- la gencive buccale des dents supérieures est vascularisée par les branches des artères alvéolaires supérieures antérieure et postérieure ;
- la gencive palatine est vascularisée par les branches des artères nasopalatine (incisives et canines) et grande palatine (prémolaires et molaires).

Veines

Les veines des dents supérieures et inférieures suivent les artères (fig. 8.279).

Les veines alvéolaires inférieures des dents inférieures, et les veines alvéolaires supérieures des dents supérieures se drainent principalement dans le plexus veineux ptérygoïdien dans la fosse infratemporale. Une partie du drainage des dents antérieures peut gagner des collatérales de la veine faciale.

Le plexus veineux ptérygoïdien se draine dans la veine maxillaire et, finalement, dans la veine rétromandibulaire et le système veineux jugulaire. De plus, de petits vaisseaux communicants se dirigent en haut, à partir du plexus, et passent par de petits foramens émissaires dans la base du crâne pour s'anastomoser avec le sinus caverneux dans la cavité crânienne. Une infection développée au niveau des dents peut s'étendre dans la cavité crânienne par ces petites veines émissaires.

Le drainage veineux des dents peut aussi suivre des vaisseaux qui traversent le foramen mentonnier pour s'aboucher à la veine faciale.

Des veines des gencives suivent également les artères et se drainent finalement dans la veine faciale ou dans le plexus veineux ptérygoïdien.

Lymphatiques

Les vaisseaux lymphatiques des dents et des gencives se drainent surtout dans les nœuds submandibulaires, submentaux et cervicaux profonds (fig. 8.280).

Innervation

Tous les nerfs qui innervent les dents et les gencives sont des rameaux du nerf trijumeau (V) (fig. 8.281 et fig. 8.282).

Nerf alvéolaire inférieur

Les dents inférieures sont toutes innervées par le nerf alvéolaire inférieur, qui naît dans la fosse infratemporale du nerf mandibulaire (V_3) (fig. 8.281 et fig. 8.282). Le nerf alvéolaire inférieur et les vaisseaux qui l'accompagnent entrent dans le foramen mandibulaire à la face médiale de la branche de la mandibule, et cheminent vers l'avant à travers l'os dans le canal mandibulaire. Les rameaux destinés aux dents postérieures naissent directement du nerf alvéolaire.

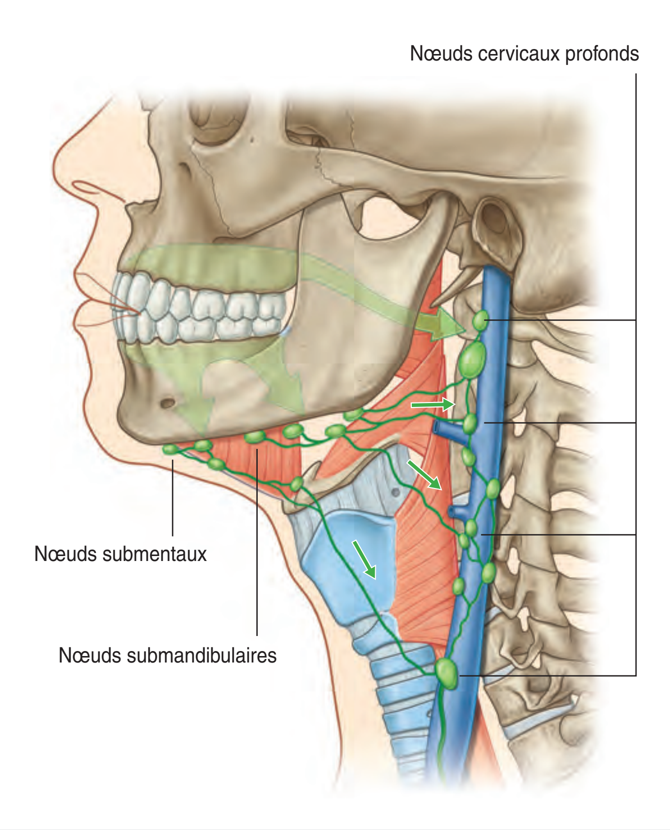


Figure 8.280 Drainage lymphatique des dents et des gencives.

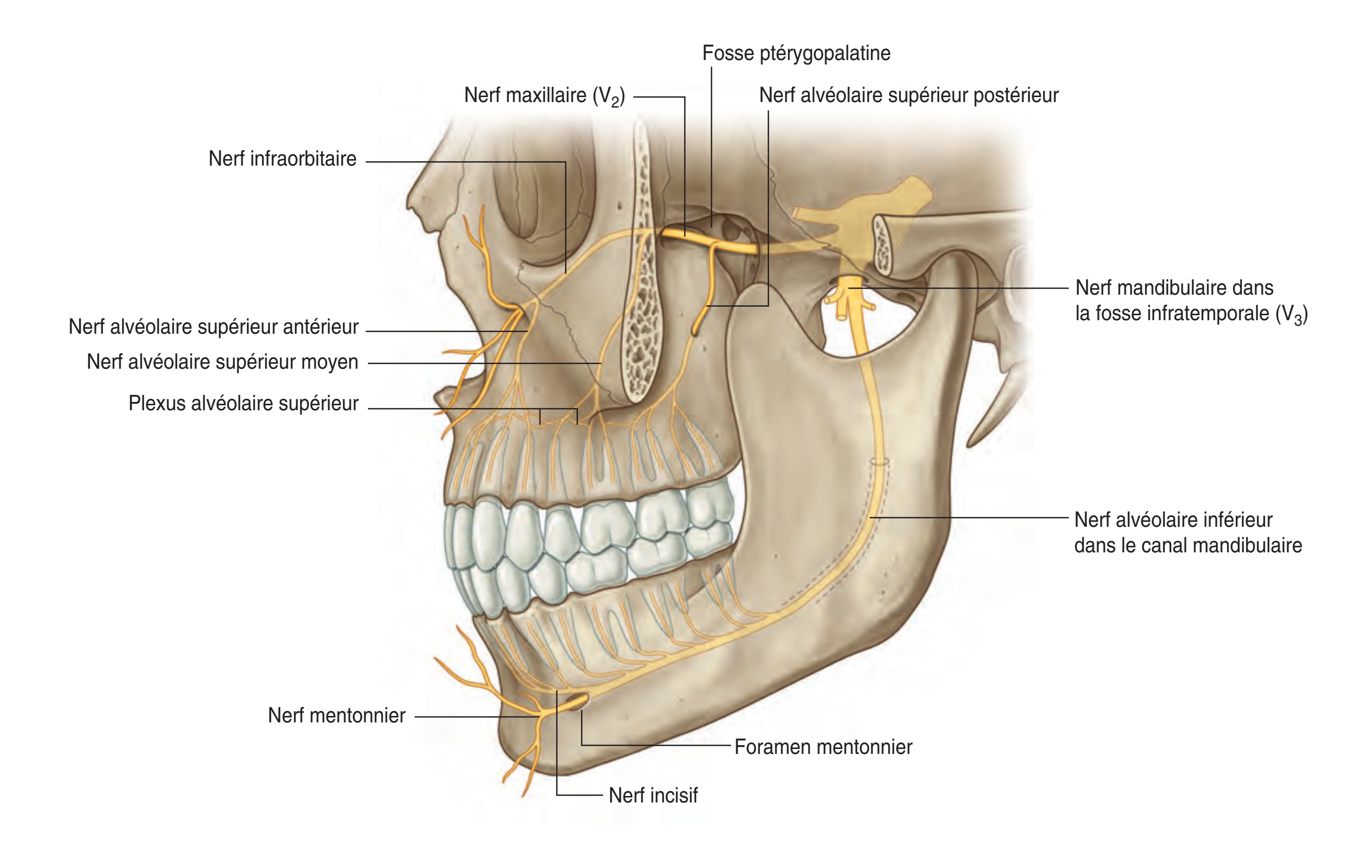


Figure 8.281 Innervation des dents.

Au contact de la première prémolaire, le nerf alvéolaire se divise en rameaux incisif et mentonnier :

- le **nerf incisif** innerve la première prémolaire, la canine et l'incisive, ainsi que la gencive vestibulaire (buccale) associée ;
- le **nerf mentonnier** sort de la mandibule par le foramen mentonnier, et innerve le menton et la lèvre inférieure.

Nerfs alvéolaires supérieurs antérieur, moyen et postérieur

Toutes les dents supérieures sont innervées par les nerfs alvéolaires supérieurs antérieur, moyen et postérieur, qui naissent directement ou indirectement du nerf maxillaire (V_2) (fig. 8.281 et fig. 8.282).

Le nerf alvéolaire supérieur postérieur naît directement du nerf maxillaire (V_2) dans la fosse ptérygopalatine, quitte la fosse ptérygopalatine par la fissure ptérygomaxillaire, et descend sur la face postérolatérale de l'os maxillaire. Il entre dans l'os maxillaire par un petit foramen approximativement à mi-distance entre la fissure ptérygomaxillaire et la dernière molaire, et passe à travers l'os dans la paroi du sinus maxillaire. Le nerf alvéolaire supérieur postérieur innerve alors les molaires par le plexus alvéolaire supérieur formé par les nerfs alvéolaires supérieurs postérieur, moyen et antérieur.

Les nerfs alvéolaires supérieurs moyen et antérieur naissent du rameau infraorbitaire du nerf maxillaire (V_2) dans le plancher de l'orbite :

- le nerf alvéolaire supérieur moyen provient du nerf infraorbitaire dans le sillon infraorbitaire, passe à travers l'os dans la paroi latérale du sinus maxillaire, et innerve les prémolaires par le plexus alvéolaire supérieur ;
- le nerf alvéolaire supérieur antérieur naît du nerf infraorbitaire dans le canal infraorbitaire, passe à travers l'os maxillaire dans la paroi antérieure du sinus maxillaire, et innerve la canine et les incisives par le plexus alvéolaire supérieur.

Innervation des gencives

Comme les dents, les gencives sont innervées par des nerfs qui proviennent tous initialement du nerf trijumeau (V) (fig. 8.282) :

- la gencive associée aux dents supérieures est innervée par des rameaux issus du nerf maxillaire (V_2) ;
- la gencive associée aux dents inférieures est innervée par des rameaux du nerf mandibulaire (V_3).

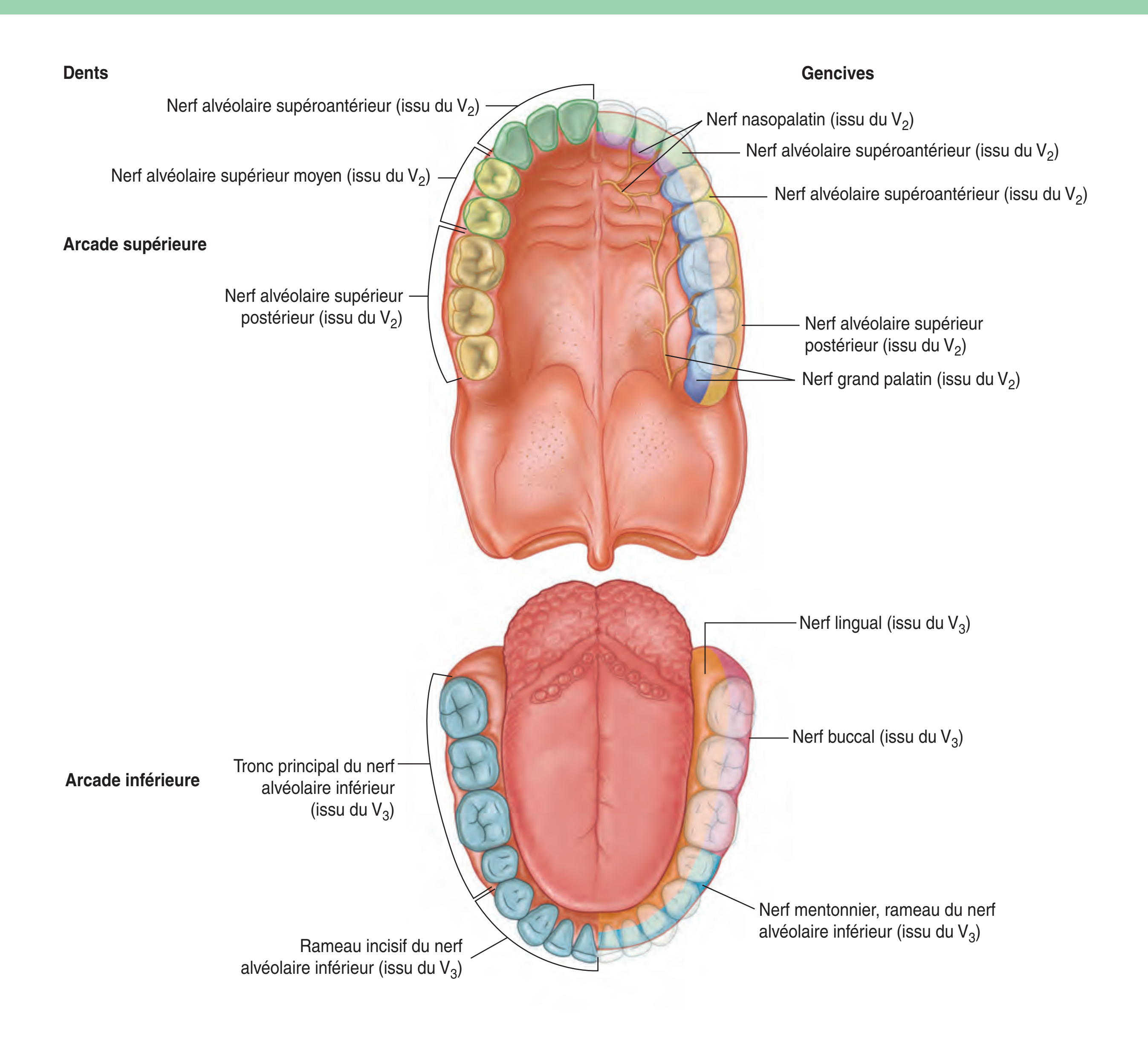


Figure 8.282 Innervation des dents et des gencives.

La gencive de la face buccale des dents supérieures est innervée par les nerfs alvéolaires supéroantérieurs, moyen et postérieur, qui innervent aussi les dents adjacentes. La gencive de la face palatine (linguale) de ces mêmes dents est innervée par les nerfs nasopalatin et grand palatin :

- le nerf nasopalatin innerve la gencive associée aux incisives et aux canines ;
- le nerf grand palatin innerve la gencive associée aux dents restantes.

La gencive associée au côté buccal des incisives, canines et prémolaires mandibulaires est innervée par le rameau mentonnier du nerf alvéolaire inférieur. La gencive du côté buccal des molaires mandibulaires est innervée par le nerf buccal, qui naît dans la fosse infratemporale du nerf mandibulaire (V_3). La gencive adjacente à la face linguale des dents inférieures est innervée par le nerf lingual.

En clinique

Cancer de la tête et du cou

La plupart des cancers de la cavité orale, de l'oropharynx, du nasopharynx, du larynx, des sinus et des glandes salivaires proviennent des cellules épithéliales qui les tapissent, ce qui conduit à un carcinome à cellules squameuses. La majorité de ces cancers sont en rapport avec des lésions cellulaires causées par le tabagisme et l'alcoolisme. Certains virus sont aussi en cause dans les cancers de la tête et du cou, dont le papillomavirus humain (HPV) et le virus d'Epstein-Barr (EBV).

ANATOMIE DE SURFACE

Anatomie de surface de la tête et du cou

Les repères osseux de la tête et du cou sont utilisés pour localiser les principaux vaisseaux sanguins, les glandes et les muscles, et pour identifier les points d'accès aux voies aériennes.

L'examen neurologique des nerfs crâniens et du plexus cervical est réalisé en évaluant la fonction de la tête et du cou.

De plus, des informations sur l'état de santé général d'un patient sont souvent obtenues par l'évaluation des éléments de surface, les yeux et la cavité orale, et par les possibilités d'élocution.

Position anatomique de la tête et principaux repères

La tête est dite en position anatomique lorsque les rebords inférieurs des orbites osseuses et les rebords supérieurs des méats acoustiques externes sont sur une même ligne horizontale (plan de Francfort).

En plus du méat acoustique externe et du rebord osseux orbitaire, d'autres reliefs palpables de la tête sont représentés par la mandibule, l'arcade zygomatique, l'os zygomatique, la partie mastoïdienne et la protubérance occipitale externe (fig. 8.283).

Vertex
Nerfs spinaux cervicaux
V1
Os zygomatique
Protubérance occipitale externe
Ligne de Francfort
V2
Méat acoustique externe
Rebord orbitaire inférieur
Processus mastoïde
Muscle sternocléidomastoïdien
V3
Position de l'arcade zygomatique
Angle de la mandibule
Position de la tête de la mandibule

Figure 8.283 Position anatomique de la tête et principaux repères. Vue latérale d'une tête d'homme.

La tête de la mandibule est antérieure par rapport à l'oreille externe, et se situe derrière, et au-dessous de, l'extrémité postérieure de l'arcade zygomatique. Elle est bien palpée en faisant ouvrir et fermer la bouche pour mobiliser la mâchoire, tout en palpant la tête de la mandibule au cours de la translation antérieure sous le tubercule articulaire, puis au cours de la translation postérieure et du retour dans la fosse mandibulaire.

L'arcade zygomatique s'étend en avant depuis la région de l'articulation temporomandibulaire jusqu'à l'os zygomatique, qui forme un relief osseux proéminent en dehors du rebord inférieur de l'ouverture antérieure de l'orbite.

La partie mastoïdienne est une grande protubérance osseuse qui est facilement palpable en arrière de la partie inférieure du méat acoustique externe. L'extrémité supérieure du muscle sternocléidomastoïdien s'attache sur la partie mastoïdienne.

La protubérance occipitale externe est palpable sur la ligne médiane en arrière, au niveau où le contour du crâne s'incurve fortement vers l'avant. Ce repère osseux marque le point superficiel où la partie postérieure du cou s'unit à la tête.

Un autre relief de la tête utile cliniquement est le vertex. Il s'agit du plus haut point de la tête en position anatomique, qui marque approximativement le point de transition, sur le scalp, entre l'innervation cervicale et l'innervation crânienne. En avant du vertex, le scalp et la face sont innervés par le nerf trijumeau (V). En arrière du vertex, le scalp est innervé par des rameaux des nerfs spinaux cervicaux.

Repérage et visualisation des structures aux niveaux vertébraux CIII–CIV et CVI

Deux niveaux vertébraux du cou sont associés à d'importants reliefs anatomiques (fig. 8.284).

Le disque intervertébral entre les vertèbres CIII et CIV est dans le même plan horizontal que la bifurcation de l'artère carotide commune en artères carotides interne et externe. Ce niveau est approximativement celui du rebord supérieur du cartilage thyroïde.

Le niveau vertébral CVI marque la transition entre le pharynx et l'œsophage, et entre le larynx et la trachée. Le niveau vertébral CVI, qui correspond ainsi à la bouche œsophagienne et à l'extrémité supérieure de la trachée, est approximativement au niveau du bord inférieur du cartilage cricoïde.

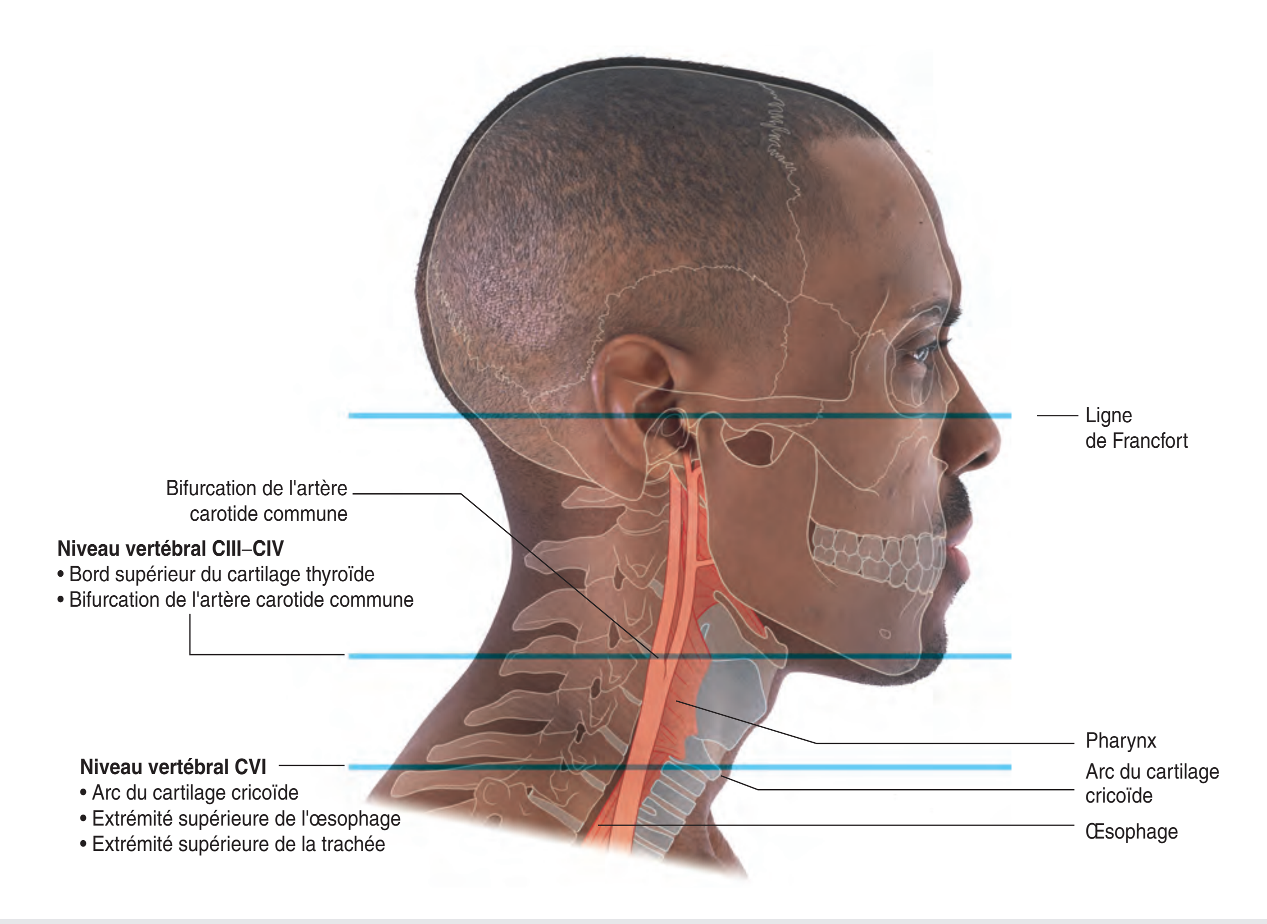


Figure 8.284 Visualisation des structures aux niveaux vertébraux CIII–CIV et CVI. Vue latérale de la tête et du cou chez un homme.



Comment déterminer les triangles antérieur et postérieur du cou ?

Les limites des triangles antérieurs et postérieurs de chaque côté du cou sont aisément établies en utilisant les repères osseux et musculaires visibles (fig. 8.285).

La base de chaque triangle antérieur est le bord inférieur de la mandibule, la limite antérieure est la ligne médiane du cou, et le bord postérieur correspond au bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien. Le sommet de chaque triangle antérieur est dirigé vers le bas en regard de l'incisure suprasternale.

Les triangles antérieurs sont liés à différentes structures, comme les voies aériennes et le tractus digestif, ainsi que des nerfs et des vaisseaux qui cheminent entre le thorax et la tête. Ils sont également associés aux glandes thyroïde et parathyroïdes.

La base de chaque triangle postérieur est le tiers moyen de la clavicule. Le bord médial correspond au bord postérieur du muscle sternocléidomastoïdien, et le bord latéral est le bord antérieur du muscle trapèze. Le sommet se dirige vers le haut et est immédiatement postéro-inférieur par rapport au processus mastoïde.

Les triangles postérieurs sont associés aux nerfs et aux vaisseaux qui vont vers les membres supérieurs ou qui en proviennent.

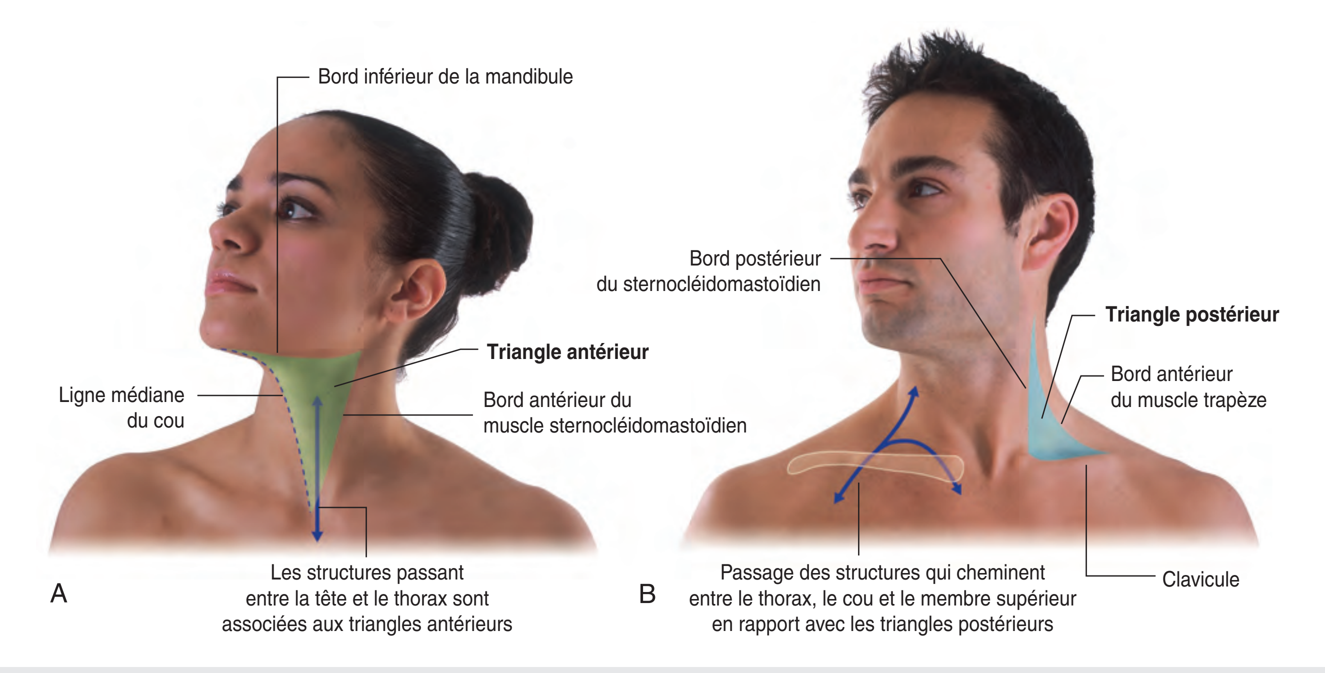


Figure 8.285 Comment localiser les triangles antérieurs et postérieurs du cou. **A.** Vue antérolatérale chez une femme. Le triangle antérieur gauche est indiqué. **B.** Vue antérieure des triangles postérieurs chez un homme.

Comment localiser le ligament cricothyroïdien ?

Le ligament cricothyroïdien médian constitue une structure importante à localiser dans le cou (fig. 8.286), car l'incision chirurgicale de cette membrane dans les situations d'urgence peut procurer un accès aux voies aériennes inférieures lorsque la voie aérienne supérieure au-dessus du niveau des plis vocaux est obturée.

Le ligament peut être facilement trouvé en utilisant les reliefs palpables du larynx comme des repères.

En utilisant un doigt pour palper avec précaution les structures laryngées sur la ligne médiane, il faut tout d'abord localiser l'incisure thyroïdienne au bord supérieur du cartilage thyroïde, puis déplacer le doigt vers le bas sur la proéminence laryngée et sous la face antérieure de l'angle thyroïdien. Lorsque le doigt croise le bord inférieur du cartilage thyroïde sur la ligne médiane, une légère dépression est ressentie avant que le doigt ne glisse sur l'arc du cartilage cricoïde, qui est rigide.

La légère dépression entre le bord inférieur du cartilage thyroïde et l'arc du cartilage cricoïde est la position du ligament cricothyroïdien médian.

Un tube mis en place à travers le ligament cricothyroïdien médian passe dans la voie aérienne juste sous la position des cordes vocales du larynx.

Les structures qui peuvent se placer sur ou croiser la ligne médiane entre la peau et le ligament cricothyroïdien médian sont le lobe pyramidal de la glande thyroïde et de petits vaisseaux.

Sous le cartilage cricoïde, le cartilage supérieur du larynx peut parfois être palpé au-dessus du niveau de l'isthme de la glande thyroïde qui croise la trachée en avant.

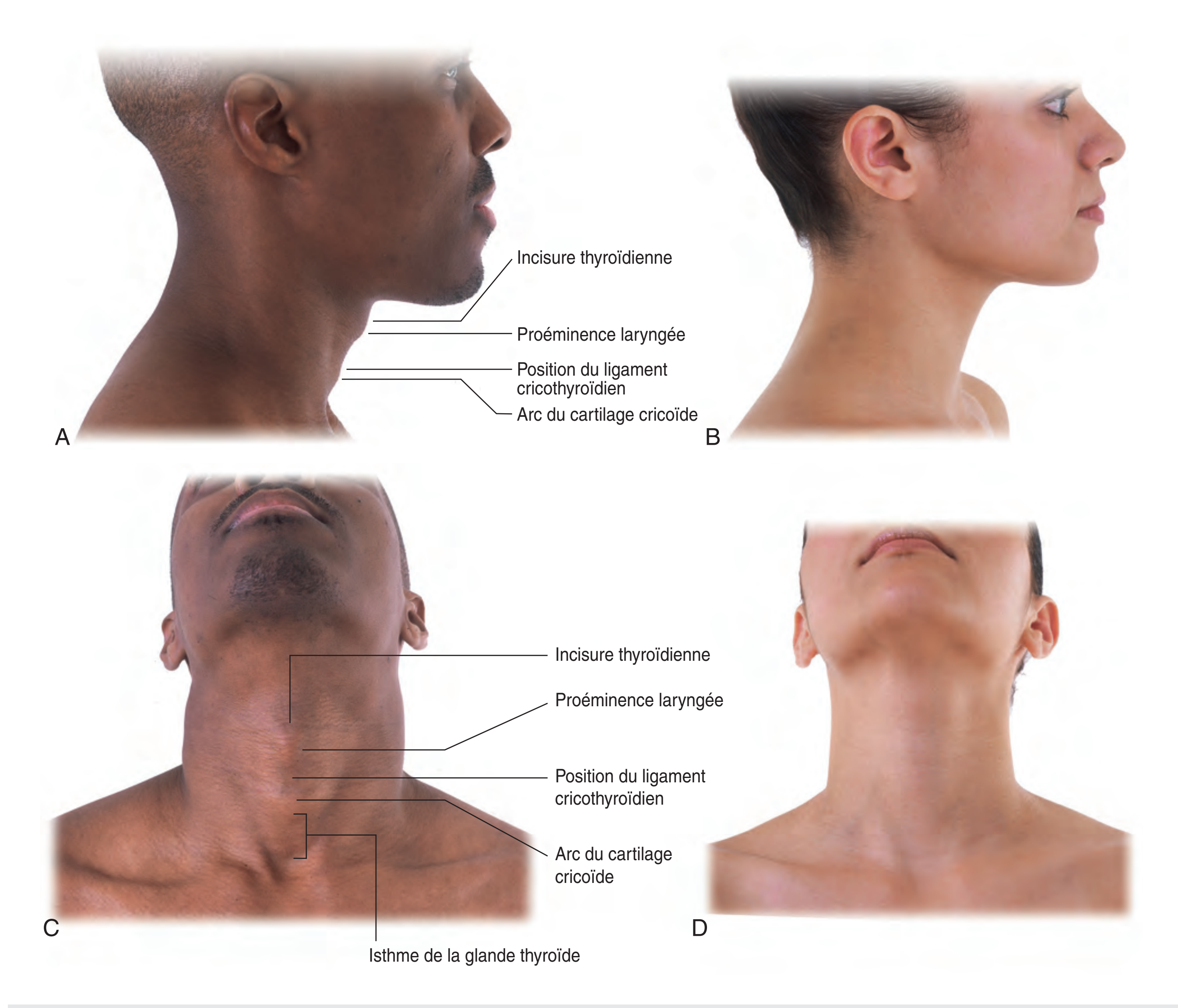


Figure 8.286 Comment localiser le ligament cricothyroïdien. **A.** Vue latérale de la tête et du cou chez un homme. **B.** Vue latérale de la tête et du cou chez une femme. **C.** Vue antérieure du cou avec le menton surélevé chez un homme. **D.** Vue antérieure du cou avec le menton surélevé chez une femme.



Les repères utilisés pour trouver le ligament cricothyroïdien sont semblables chez l'homme et chez la femme ; cependant, du fait de l'angle plus aigu de la lame du cartilage thyroïde chez l'homme, les structures sont plus proéminentes chez l'homme que chez la femme.

Comment trouver la glande thyroïde ?

Les lobes droit et gauche de la glande thyroïde sont dans les triangles antérieurs de la partie inférieure du cou, de chaque côté de la voie aérienne et du tractus digestif, sous le niveau de la ligne oblique du cartilage thyroïde (fig. 8.287). En fait, les muscles sternothyroïdiens, qui s'insèrent en haut sur les lignes obliques, sont placés en avant des lobes de la glande thyroïde et limitent les déplacements supérieurs des lobes dans le cou.

Les lobes de la glande thyroïde peuvent être plus facilement palpés en localisant la proéminence thyroïdienne et l'arc du cartilage cricoïde, et en palpant la partie postérolatérale du larynx.

L'isthme de la glande thyroïde croise en avant de la partie supérieure de la trachée, et peut être facilement palpé sur la ligne médiane sous l'arc du cartilage cricoïde.

La présence de l'isthme de la glande thyroïde rend la palpation des cartilages trachéaux malaisée dans le cou. De même, la présence de l'isthme de la glande thyroïde et des vaisseaux associés qui croisent la ligne médiane rend difficile la pénétration dans la voie aérienne par la face antérieure à travers la trachée. Cette technique, la trachéotomie, est une procédure chirurgicale.

Estimation de la position de l'artère méningée moyenne

L'artère méningée moyenne (fig. 8.288) est une branche de l'artère maxillaire dans la fosse infratemporale. Elle entre dans le crâne par le foramen épineux, et chemine dans la dure-mère qui tapisse la cavité crânienne.

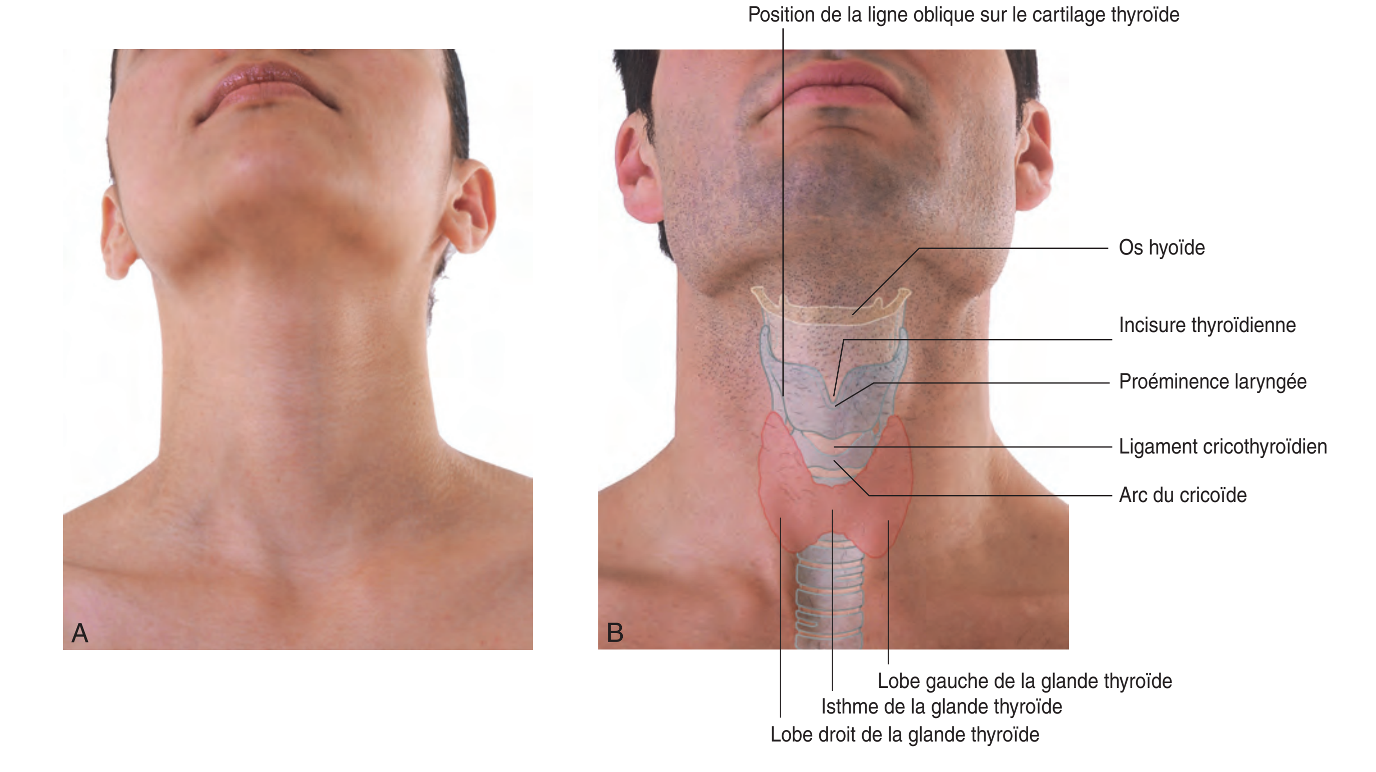


Figure 8.287 Comment trouver la glande thyroïde. **A.** Vue antérieure du cou chez une femme. **B.** Vue antérieure du cou chez un homme.

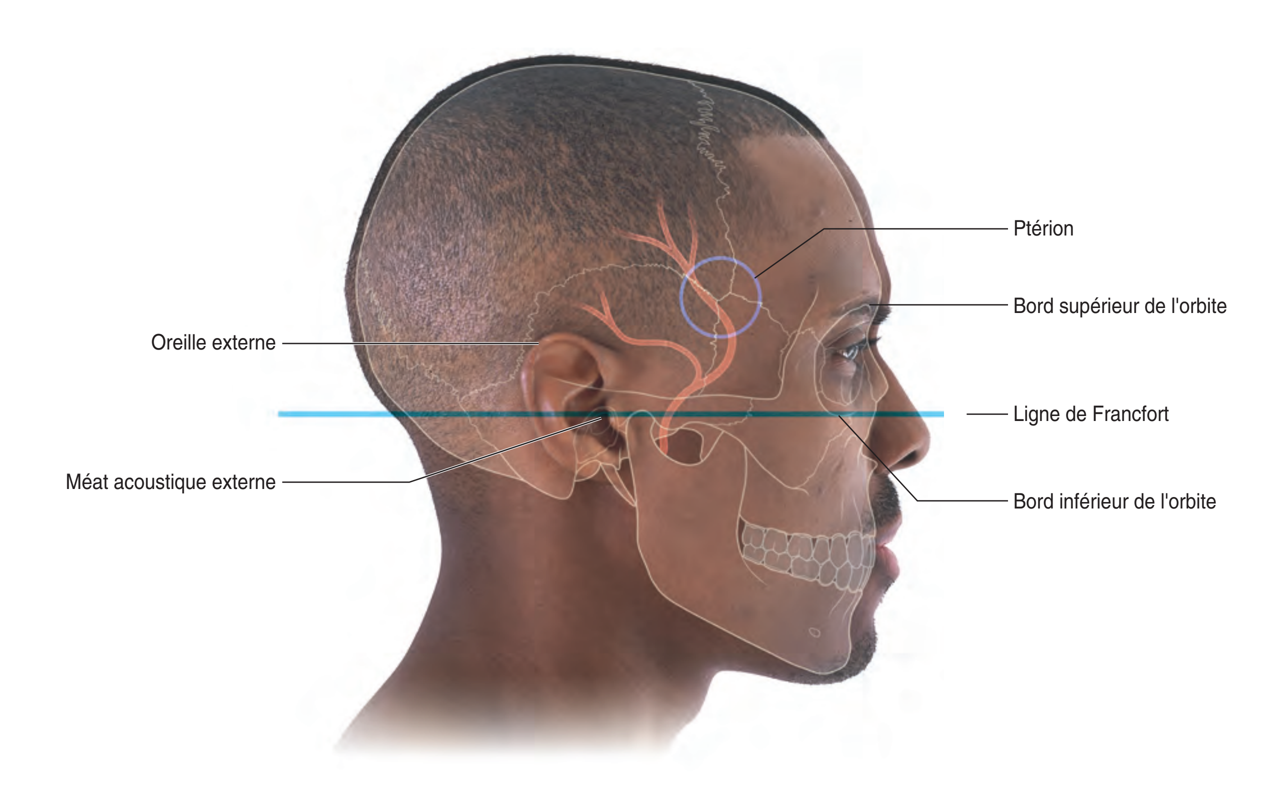


Figure 8.288 Estimation de la position de l'artère méningée moyenne. Vue latérale de la tête et du cou chez un homme.

Lors des traumatismes latéraux de la tête, l'artère méningée moyenne peut être rompue, ce qui conduit à une hémorragie extradurale et au risque de mort en l'absence de traitement.

La branche antérieure de l'artère méningée moyenne est la partie du vaisseau la plus souvent arrachée. Cette branche se projette dans la région de la tempe sur la tête, approximativement à mi-distance entre le rebord supérieur de l'orbite et la partie supérieure de l'oreille externe dans la région du ptérion. Le ptérion est une petite surface circulaire qui correspond à la région où l'os sphénoïde, l'os frontal, l'os pariétal et l'os temporal du crâne se rejoignent.

Les chocs latéraux appliqués sur la tête peuvent fracturer la lame interne de l'os du crâne et arracher l'artère méningée moyenne dans la couche externe de la dure-mère qui est adhérente au cranium. Le sang, sous l'effet des pulsations et de la pression artérielle, diffuse à partir du vaisseau et sépare progressivement la dure-mère de l'os, formant un hématome extradural de taille croissante.

Principaux reliefs de la face

Les principaux reliefs de la face sont en rapport avec les ouvertures antérieures de l'orbite, les cavités nasales et la cavité orale (fig. 8.289).

Les fentes palpébrales sont situées entre les paupières supérieures et inférieures, et peuvent être ouvertes et fermées. La fente orale est l'ouverture entre les lèvres supérieures et inférieures, et peut aussi être ouverte et fermée.

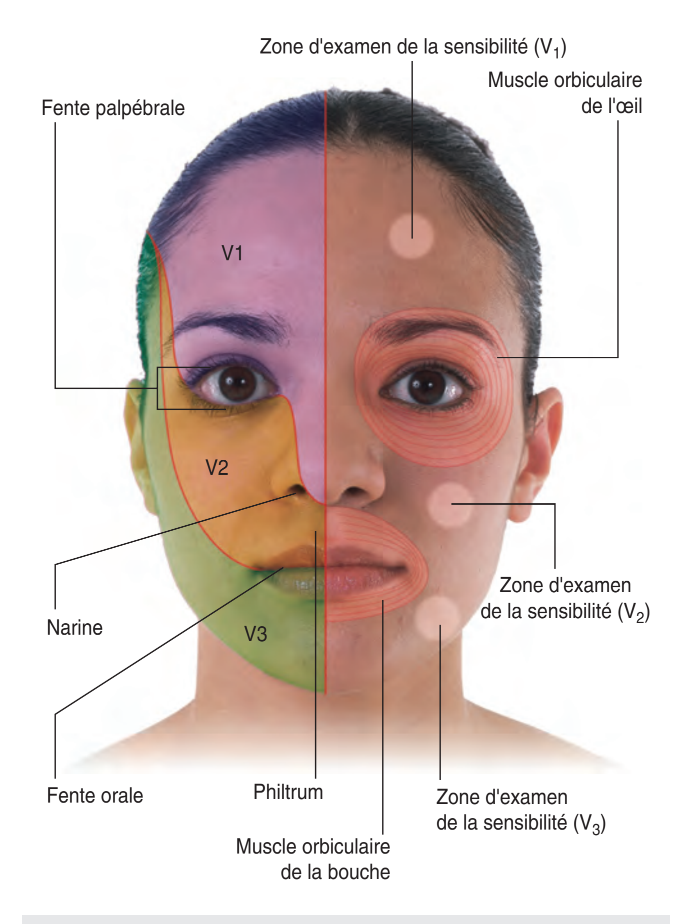


Figure 8.289 Principaux repères de la face. Vue antérieure de la tête et du cou chez une femme.

Les sphincters musculaires des fentes orale et palpébrales sont respectivement l'orbiculaire de la bouche et l'orbiculaire de l'œil. Ces muscles sont innervés par le nerf facial (VII).

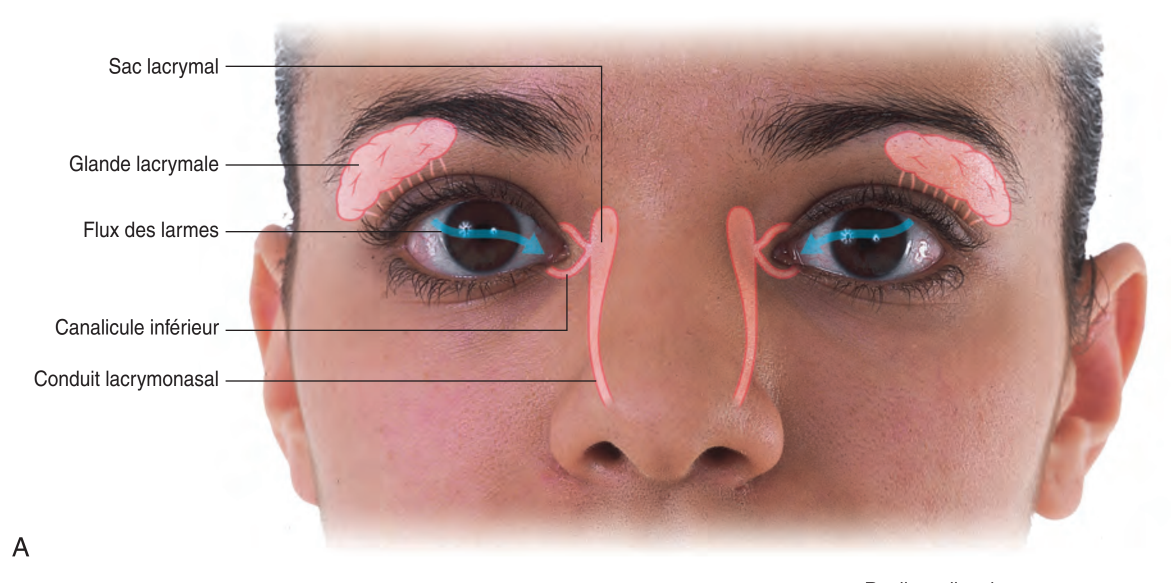
Les narines sont les ouvertures antérieures des cavités nasales et sont en permanence ouvertes.

Le sillon vertical placé sur la ligne médiane entre le nez et la lèvre supérieure est le philtrum.

L'innervation sensitive de la face est apportée par le nerf trijumeau (V). Les trois divisions de ce nerf sont représentées sur la face et peuvent être testées par le contact sur le front (nerf ophtalmique [V_1]), la partie antérieure de la joue (nerf maxillaire [V_2]), et la peau qui recouvre la partie antérieure du corps de la mandibule (nerf mandibulaire [V_3]).

L'œil et l'appareil lacrymal

Les principales structures observables sur l'œil sont la sclère, la cornée, l'iris et la pupille (fig. 8.290). La cornée est en continuité avec la sclère et constitue la région circulaire transparente de la tunique externe de l'œil, à travers laquelle la pupille et l'iris sont visibles. La sclère n'est pas transparente et est normalement blanche.



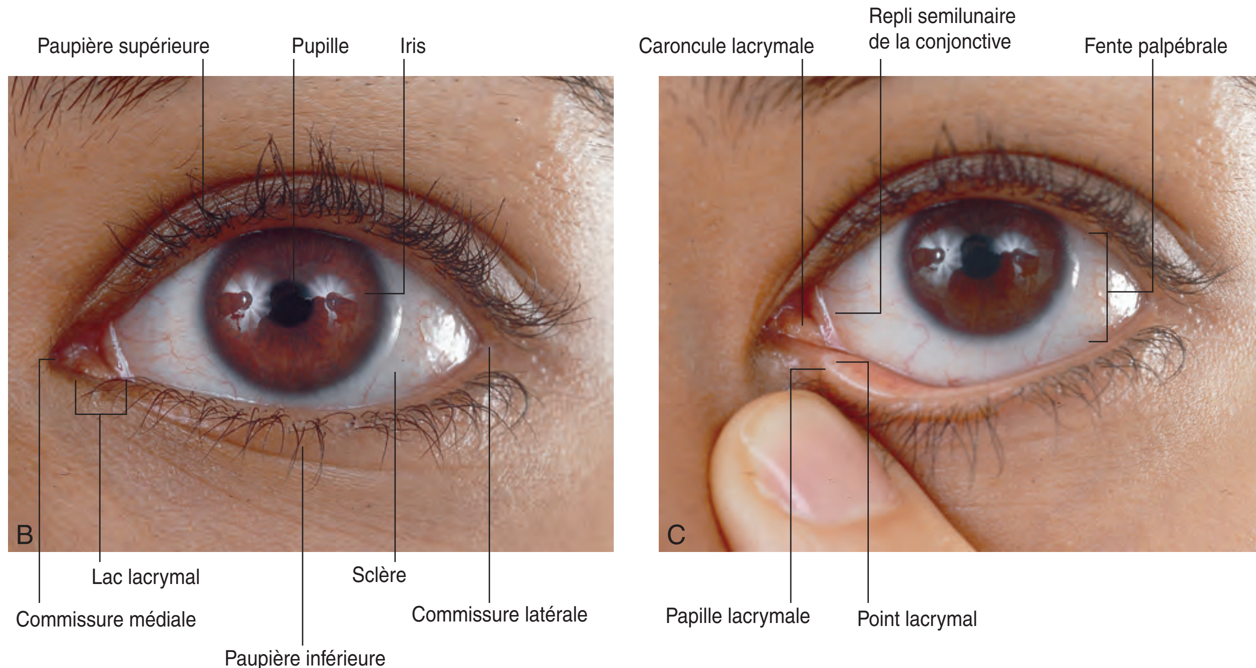


Figure 8.290 L'œil et l'appareil lacrymal. **A.** Face d'une femme. L'appareil lacrymal et le flux des larmes sont indiqués. **B.** Œil gauche et structures de voisinage. **C.** Œil gauche, structures de voisinage, avec rétraction vers le bas de la paupière inférieure pour exposer la papille lacrymale et le point lacrymal.

Les paupières supérieure et inférieure de chaque œil délimitent entre elles la fente palpébrale. Les paupières se rejoignent au niveau des commissures palpébrales médiale et latérale de chaque côté de chaque œil.

À la partie interne de la fente palpébrale et juste en dehors de la commissure palpébrale médiale, se situe un petit triangle de tissu mou (le lac lacrymal).

La zone tissulaire modérément surélevée à la partie interne du lac lacrymal est la caroncule lacrymale, et le rebord latéral en relief par rapport à la sclère est le repli semilunaire de la conjonctive.

L'appareil lacrymal est formé par la glande lacrymale, et le système des conduits et canaux qui vont collecter les larmes et les drainer vers la cavité nasale. Les larmes humidifient la cornée et maintiennent la transparence.

La glande lacrymale est associée à la paupière supérieure et se situe dans une petite fosse dans la partie latérale du toit de l'orbite, juste en arrière du rebord orbitaire. Les multiples petits canaux de la glande s'ouvrent dans la limite supérieure du sac conjonctival, qui comble l'espace entre la face profonde de la paupière et la cornée.

Les larmes sont étalées en dedans sur l'œil par le clignement des paupières et sont collectées dans de petites ouvertures, les points lacrymaux ; il y a un point lacrymal par paupière supérieure ou inférieure à proximité du lac lacrymal.

Chaque point est sur un petit relief tissulaire (une papille lacrymale), et constitue l'ouverture d'un petit canal (canalicule lacrymal) qui est connecté avec le sac lacrymal.

Le sac lacrymal est dans la fosse lacrymale à la partie médiale de l'orbite. À partir du sac lacrymal, les larmes sont drainées par le conduit lacrymonasal dans la cavité nasale.

Oreille externe

L'oreille externe (fig. 8.291) est formée par l'auricule et le méat acoustique externe. L'auricule a une armature cartilagineuse et est recouvert de peau. Le méat acoustique externe est proche du bord antérieur de l'auricule.

L'auricule est caractérisé par plusieurs dépressions, éminences et replis. Le repli périphérique qui délimite l'auricule est l'hélix, qui s'interrompt en bas au niveau du lobule. Un plus petit repli (l'anthélix) est parallèle au contour de l'hélix, dont il est séparé par une dépression (la gouttière scaphoïde).

Le tragus est la petite éminence située en position latéro-inférieure par rapport au méat acoustique externe. À l'opposé du tragus et à l'extrémité de l'anthélix se situe une autre éminence (l'antitragus). La dépression délimitée entre le tragus et l'antitragus est l'incisure intertragique.

La dépression la plus profonde (la conque) est encadrée par l'anthélix, et est concave jusqu'au méat acoustique externe. Les autres dépressions comprennent la fosse triangulaire et la cymba de la conque.

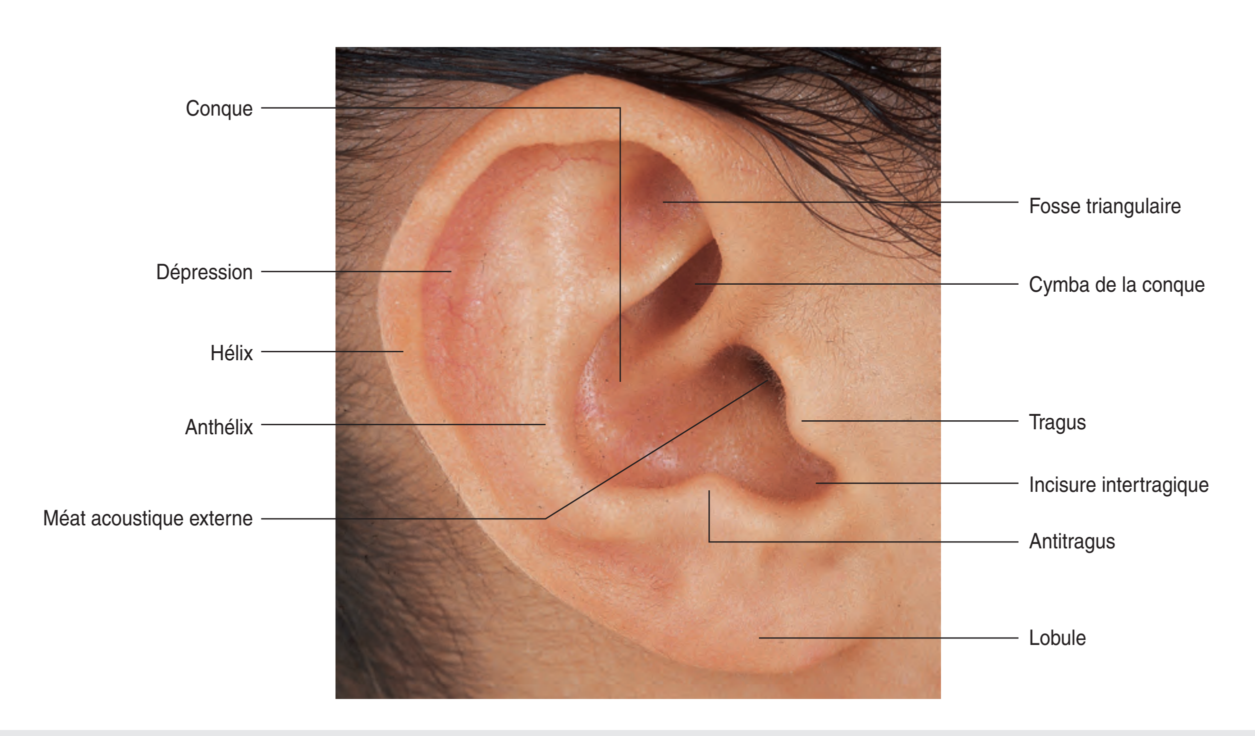


Figure 8.291 Oreille externe. Vue latérale de l'oreille droite d'une femme.

Pouls artériels

Des pouls artériels peuvent être palpés en quatre endroits sur la tête et le cou (fig. 8.292).

- Le pouls carotidien : l'artère carotide commune ou l'artère carotide externe peuvent être palpées dans le triangle antérieur du cou. Il s'agit de l'un des pouls les mieux perçus sur le corps humain. Le pouls peut être perçu soit en palpant l'artère carotide commune en position postérolatérale par rapport au larynx, soit en palpant l'artère carotide externe immédiatement latérale par rapport au pharynx, à mi-distance entre le bord supérieur du cartilage thyroïde en dessous et la grande corne de l'os hyoïde au-dessus.
- Le pouls facial : l'artère faciale peut être palpée lorsqu'elle croise le bord inférieur de la mandibule immédiatement adjacente au bord antérieur du muscle masséter.
- Le pouls temporal : l'artère temporale superficielle peut être palpée en avant de l'oreille externe et immédiatement en arrière et au-dessus de la position de l'articulation temporomandibulaire.
- Le pouls temporal : la branche antérieure de l'artère temporale superficielle peut être palpée en arrière du processus zygomatique de l'os frontal, sur son trajet en dehors du fascia temporal, et dans les régions antérolatérales du scalp. Chez certains individus, les pulsations de l'artère temporale superficielle peuvent être observées à travers la peau.

Figure 8.292 Sites de palpation des pouls artériels de la tête et du cou.

Cas cliniques

Cas 1

GOITRE MULTINODULAIRE

Une femme de 50 ans, obèse, se présente à son médecin en se plaignant d'un enrouement de la voix et d'une respiration bruyante. Elle est aussi inquiète du fait de l'augmentation du volume de son cou. À l'examen, elle présente un pouls artériel lent (45 battements/min). Elle a aussi une masse irrégulière dans la partie antérieure de la base du cou, qui dévie la trachée vers la droite.

Le diagnostic clinique de goitre multinodulaire et d'hypothyroïdie est posé.

L'augmentation de volume de la glande thyroïde est due à une augmentation de sécrétion de la thyroïde stimulée par une hormone (TSH), qui est habituellement secondaire à une diminution de la sécrétion d'hormones thyroïdiennes. La thyroïde subit des périodes d'activité et de repos, qui peuvent conduire à la formation de nodules ; certains sont solides et d'autres sont partiellement kystiques (kystes colloïdes). Cette formation de nodules est limitée par des zones de fibrose dans la glande. D'autres causes de goitre multinodulaire comprennent les carences en iode et, dans certaines circonstances, des médicaments qui interfèrent avec le métabolisme et la production de thyroxine. La présentation typique d'un goitre est une augmentation de volume indolore de la glande thyroïde. Il peut être lisse ou nodulaire, et peut parfois s'étendre dans le médiastin supérieur comme un goitre rétrosternal.

La trachée est déviée.

L'augmentation de volume de la glande thyroïde du goitre multinodulaire peut ne pas être symétrique. Dans ce cas, il y a une augmentation de volume asymétrique du lobe gauche de la glande thyroïde déviant la trachée vers la droite.

La patiente a un enrouement de la voix et une respiration bruyante.

Si l'élargissement de la glande thyroïde est significatif, il peut comprimer la trachée, rétrécir son calibre, ce qui conduit à entendre lors de l'inspiration le « chant du coq » ou stridor.

D'autres causes possibles d'enrouement comprennent la paralysie des cordes vocales due à la compression du nerf récurrent laryngé gauche par le goitre. Dans ce cas, il existe une possibilité de dégénérescence maligne du goitre, avec envahissement direct du nerf laryngé récurrent. Heureusement, la dégénérescence maligne est rare dans la glande thyroïde.

Lorsque les patients ont une relativement faible production de thyroxine, le métabolisme basal est réduit, et ils deviennent plus sensibles aux infections et, donc, aux maux de gorge ainsi qu'aux infections respiratoires supérieures.

Lors de l'examen, la glande thyroïde est mobile au cours de la déglutition.

De manière caractéristique, une glande thyroïde augmentée de volume se présente comme une masse cervicale développée sur l'un des deux côtés de la trachée ou sur les deux. La glande thyroïde augmentée de volume se déplace au cours de la déglutition parce qu'elle est attachée au larynx par le fascia prétrachéal.

La patiente est hypothyroïdienne.

L'hypothyroïdisme correspond à un état clinique et biochimique dans lequel la glande thyroïde est hypoactive. L'hyperthyroïdisme témoigne d'une glande thyroïde hyperactive. Certains patients présentent des masses thyroïdiennes sans anomalie clinique ou biochimique – ces patients sont euthyroïdiens.

L'hormone thyroxine contrôle le métabolisme basal. De faibles taux de thyroxine affectent le pouls artériel de repos et peuvent produire d'autres modifications, dont la prise de poids et, dans certains cas, la dépression.

La patiente désire un traitement chirurgical.

Après discussion sur les risques et les complications, une thyroïdectomie subtotale est réalisée. Après l'intervention, la patiente se plaint de paresthésies des mains, des pieds et péribuccales, et de contractures carpopédales. Ces symptômes sont typiques de la tétanie et sont provoqués par de faibles taux sériques de calcium.

L'étiologie de ce faible taux sérique de calcium est le traumatisme ou la contusion des quatre glandes parathyroïdes laissées en place après l'intervention. Sans aucun doute, le traumatisme de l'exérèse d'une aussi grande partie de la glande thyroïde a produit des modifications dans les glandes parathyroïdes, qui présentent un fonctionnement insuffisant. La sécrétion d'hormones parathyroïdiennes diminue rapidement après 24 heures, conduisant à une excitabilité augmentée des nerfs périphériques, révélée par les contractures carpopédales et par le tremblement orofacial. Les contractures musculaires peuvent aussi être provoquées par

(*Suite*)

Cas 1—Suite

la percussion du nerf facial (VII) sur le site de son émergence de la glande parotide, qui entraîne des clonies dans les muscles faciaux (signe de Chvostek).

Ces signes dus à l'hypocalcémie disparaissent au bout de 24 heures.

Par la suite, la patiente reçoit un traitement substitutif oral de thyroxine, qui est nécessaire après l'exérèse de la glande thyroïde.

La patiente se plaint encore d'un enrouement de la voix.

L'étiologie de cette perturbation de la voix est une lésion du nerf laryngé récurrent.

Le nerf laryngé récurrent chemine au contact de la glande thyroïde. Il peut être lésé au cours de procédures chirurgicales difficiles. Il en résulte une contraction unilatérale de la corde vocale homolatérale à l'origine de l'enrouement vocal.

Depuis la thyroïdectomie et après l'institution du traitement par thyroxine, la patiente a perdu du poids et a retrouvé une vie normale.

Cas 2

HÉMATOME EXTRADURAL

Un homme de 33 ans joue au cricket le dimanche avec son équipe locale. Alors que le nouveau lanceur lui envoie la balle, celle-ci rebondit plus haut qu'il ne l'avait anticipé, et l'atteint sur le côté de la tête. Il tombe immédiatement au sol, inconscient, mais au bout de 30 secondes, on l'aide à se relever et il se sent bien. On remarque une contusion sur sa tempe. Il décide de ne pas continuer à jouer et de regarder le match assis sur le banc de touche. Une heure plus tard, il se sent extrêmement fatigué, et présente une certaine torpeur. Il est hospitalisé en urgence.

Lorsque le patient est admis à l'hôpital, sa respiration est superficielle et irrégulière, et il est nécessaire de l'intuber. Une radiographie du crâne montre une fracture de la région du ptérion. Aucune autre anomalie n'est mise en évidence en dehors de la contusion des tissus mous de la fosse temporale gauche.

Un examen tomodensitométrique est réalisé.

L'examen tomodensitométrique montre une zone de forme lenticulaire de haute densité dans la fosse crânienne gauche.

Le diagnostic d'hématome extradural est posé.

Les fractures de la région du ptérion sont extrêmement dangereuses. Une branche de l'artère méningée moyenne passe en profondeur par rapport à cette structure et peut être l'objet d'une plaie ou d'une rupture, particulièrement en association avec un traumatisme crânien de cette région. Dans ce cas, l'artère méningée moyenne a été arrachée et s'est mise à saigner, produisant un important caillot extradural.

La pression artérielle du patient commence à augmenter.

À l'intérieur du crâne, le volume est inextensible, et tout ce qui pénètre doit en ressortir (par exemple, du sang, du liquide cérébrospinal). S'il existe une lésion occupant de l'espace, tel qu'un hématome extradural, il n'y a pas de site susceptible de favoriser une décompression. Lorsque la lésion augmente de volume, le cerveau est comprimé et la pression intracrânienne augmente. Cette pression comprime les vaisseaux, ce qui diminue la pression de perfusion cérébrale. Pour s'opposer à cet effet, les mécanismes de l'homéostasie de l'organisme augmentent la pression sanguine pour contrebalancer l'augmentation de pression intracrânienne. Malheureusement, l'augmentation de la pression intracrânienne est compliquée par l'œdème cérébral qui survient lors de l'accident initial et après cet accident initial.

Une intervention chirurgicale est réalisée en urgence.

Des trous de trépan sont réalisés autour de la région de l'hématome et celui-ci est évacué. La petite branche de l'artère méningée moyenne est ligaturée, et le patient passe quelques jours en service de soins intensifs. Le patient présente une récupération favorable.

Cas 3

COMPLICATIONS DE FRACTURE ORBITAIRE

Un homme de 35 ans est blessé dans une bagarre par un coup de poing sur l'orbite droite. Il est admis dans le département des urgences avec une vision double.

La vision double (diplopie) n'est présente que dans un seul plan.

L'examen des orbites révèle que lorsque l'on demande au patient de regarder vers le haut, l'œil droit est incapable de se déplacer vers le haut en adduction. Il y a une limitation globale de la mobilité du bulbe oculaire. L'examen du muscle droit latéral (nerf abducens [VI]), du muscle oblique supérieur (nerf trochléaire [IV]) et du reste des muscles oculomoteurs (nerf oculomoteur [III]) ne présente pas d'anomalie.

Le patient bénéficie d'un examen tomodensitométrique.

L'examen tomodensitométrique des os de la face montre une fracture du plancher de l'orbite droite (fig. 8.293).

Une analyse prudente de ce scanner montre que le muscle droit inférieur a été attiré en bas et incarcéré dans un fragment osseux de la fracture. Cela produit un effet d'allongement, qui se manifeste lorsque l'on demande au patient de porter le regard vers le haut ; l'œil gauche peut effectuer ce mouvement, mais l'œil droit en est incapable du fait de la mise en tension du muscle droit inférieur.

Le patient bénéficie d'une exploration chirurgicale pour relever le petit fragment osseux et libérer le muscle droit inférieur pour qu'il reprenne sa position normale. L'évolution est non compliquée.

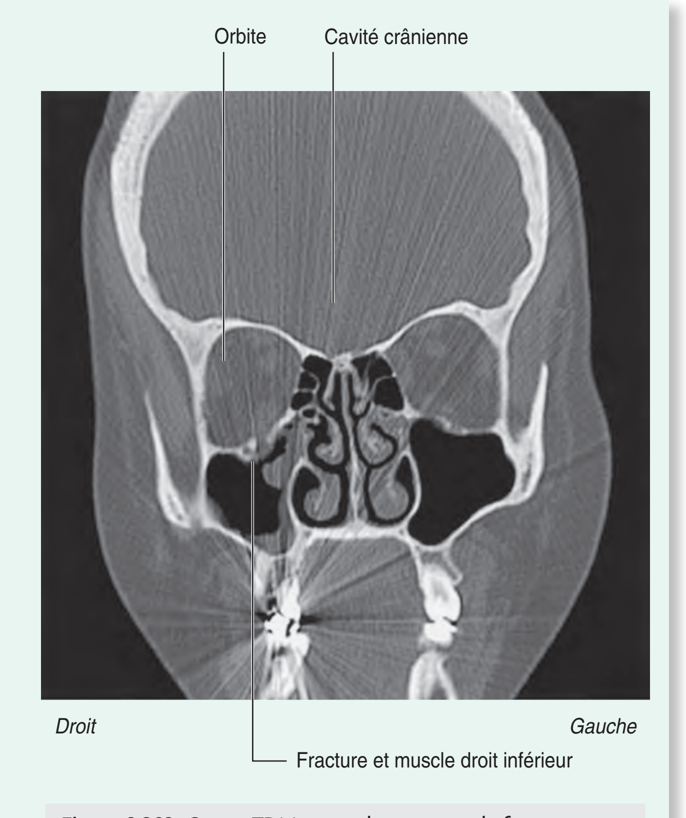


Figure 8.293 Coupe TDM coronale montrant la fracture orbitaire droite par éclatement du plancher.

Cas 4

LITHIASE DU CONDUIT PAROTIDIEN

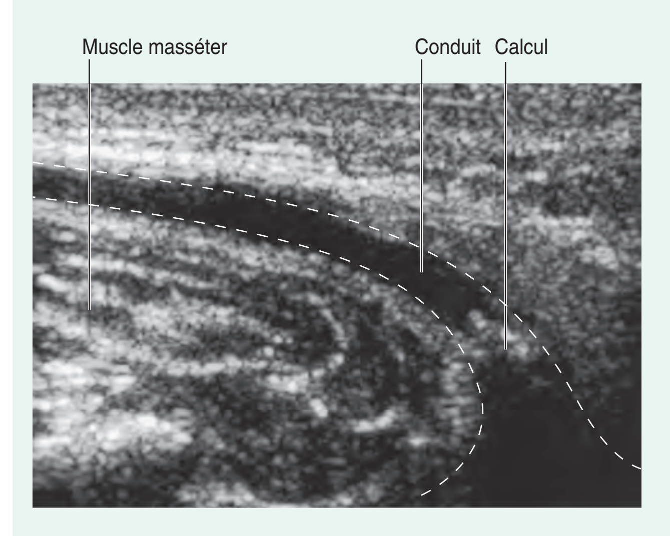
Un homme de 25 ans consulte pour une augmentation de volume symptomatique devant son auricule droit avant de manger et au cours des repas. Cette augmentation de volume est associée à une douleur considérable, provoquée par l'ingestion de bonbons au citron. À l'examen, le patient présente une zone douloureuse autour de la région parotidienne droite, et un nodule dur est mis en évidence dans la muqueuse buccale adjacente aux molaires supérieures droites.

Le diagnostic de calcul du conduit parotidien est posé.

La formation de lithiases au sein des glandes salivaires n'est pas rare, mais est plus fréquente au niveau de la glande submandibulaire qu'à celui de la glande parotide, car la salive est plus muqueuse et le conduit a un trajet ascendant long depuis le plancher de la bouche. Néanmoins, des lithiases peuvent se former dans la glande parotide et dans le conduit parotidien. Il faut noter que la plupart des lithiases canalaires parotidiennes ou submandibulaires surviennent chez des patients qui présentent une excellente denture et une muqueuse buccale saine.

Un examen échographique est réalisé.

Une échographie met en évidence un calcul dans la partie distale du conduit parotidien droit avec une dilatation de ce conduit (e-fig. 8.294). L'exploration de la glande met également en évidence des canaux dilatés dans la glande et des lymphadénopathies intraparotidiennes.



e-Figure 8.294 Coupe échographique montrant le calcul dans le conduit parotidien dilaté.

Le patient est traité par antibiotiques.

Une cure d'antibiotiques est prescrite pour éliminer la bactérie qui a produit cette inflammation. Lors de la consultation suivante réalisée quelques jours plus tard, la glande est revenue à une taille normale, et il n'y a plus de signes d'inflammation ou d'infection.

Une intervention chirurgicale est nécessaire.

La lithiase est localisée à la partie distale du conduit parotidien, et il semble logique de faire une petite incision du sphincter dans la muqueuse buccale et de libérer ce calcul, pour permettre à nouveau le drainage normal de la glande. Malheureusement, dans le cas de ce patient, la glande est de toute évidence détruite par une obstruction chronique et une infection bactérienne. De plus, de petits calculs sont également décelés dans la glande par échographie. À l'interrogatoire, il apparaît que le patient a eu de nombreux accès douloureux au cours des quatre à cinq années précédentes, et il est décidé de réaliser une résection chirurgicale de la glande parotide.

Le patient accepte l'exérèse de la glande parotide et est informé de la perte possible de la fonction du nerf facial avec risque de paralysie faciale résiduelle.

Le nerf facial (VII) se divise dans la glande parotide en cinq rameaux terminaux. Pendant l'opération, la glande est exposée et la dissection est extrêmement prudente pour séparer la glande parotide des rameaux du nerf facial (VII). La dissection est rendue encore plus difficile par l'inflammation chronique dans la glande. Après cette intervention, le patient récupère bien malgré une légère paralysie persistante de l'ensemble du côté droit de la face. Mais le goût dans les deux tiers antérieurs de la langue est préservé. Les fibres du goût destinées aux deux tiers antérieurs de la langue cheminent dans le nerf de la corde du tympan, qui est un rameau du nerf facial (VII). Ce nerf quitte le nerf facial (VII) pour rejoindre le nerf lingual à proximité de la glande parotide ; aussi, toute lésion du nerf facial (VII) dans la glande parotide n'affecte pas la sensibilité spéciale (le goût).

Au cours de la semaine suivante, la paralysie régresse ; elle était due à l'étirement du nerf au cours de la procédure chirurgicale. Le patient est redevenu asymptomatique.

Cas 5

STÉNOSE DE L'ARTÈRE CAROTIDE INTERNE

Une femme âgée de 60 ans présente un déficit aigu du côté droit, prédominant sur le membre supérieur, qui dure 24 heures. Elle récupère complètement, mais elle est extrêmement inquiète sur la nature de cette paralysie et demande conseil à son médecin.

Le diagnostic d'accident ischémique transitoire (AIT) est posé.

Un AIT est un déficit neurologique régressif en 24 heures. C'est un type d'attaque.

Les déficits neurologiques peuvent être permanent ou transitoire. La plupart des déficits transitoires sont régressifs en moins de 21 jours ; toute absence de récupération après 21 jours est considérée comme une attaque cérébrale irréversible.

Une investigation à la recherche de la cause de l'AIT est entreprise.

Quatre-vingt-cinq pour cent de toutes les attaques résultent d'une ischémie cérébrale, le plus souvent due à une embolie.

Un examen Doppler des vaisseaux carotidiens est réalisé.

La majorité des emboles naissent de plaques qui se développent au niveau et autour de la bifurcation carotidienne. Les emboles sont composés d'agrégats plaquettaires, de cholestérol et de débris athéromateux. Les emboles peuvent aussi provenir du cœur, compliquant un trouble du rythme, une tumeur cardiaque ou un infarctus myocardique.

La lésion cérébrale est du côté droit.

Le cortex moteur de tout le côté droit du corps est représenté par l'aire motrice gauche du cerveau, qui est située sur le gyrus précentral.

L'échographie-Doppler montre une sténose significative de la carotide interne gauche, avec la mise en évidence de la formation d'une plaque et de perturbations du flux dans cette région. La sténose fut évaluée à 90 %.

Le traitement nécessite une opération.

Une endartériectomie carotidienne (ablation de la sténose et de la plaque athéromateuse) est pratiquée. Cette technique est indiquée en présence d'une plaque ulcérée avec sténose. L'intervention est réalisée sous anesthésie générale, par une incision curviligne à la face latérale gauche du cou. L'artère carotide commune, l'artère carotide externe et l'artère carotide interne sont exposées. Tous les vaisseaux sont clampés et un shunt est placé entre l'artère carotide commune et l'artère carotide interne pour maintenir la perfusion cérébrale pendant l'intervention. L'artère carotide interne est incisée et la plaque excisée.

Après l'intervention, la patiente se porte très bien et ne présente aucune complication cérébrale. Cependant, un nouvel examen de la patiente au cours des jours suivants montre certains éléments intéressants. Il existe en effet une altération de la sensibilité de la peau sous le côté droit de la mandibule, une diminution de la sensibilité du palais mou du côté gauche, un déplacement en adduction de la corde vocale gauche, l'impossibilité d'élever l'épaule gauche et une déviation de la langue vers la gauche.

L'étiologie de ces lésions est en rapport avec des traumatismes nerveux localisés.

Cette association de déficits neurologiques peut être attribuée au traumatisme des nerfs qui entourent la bifurcation carotidienne. Le déficit sensitif cutané peut être attribué à une neurapraxie due à une lésion des nerfs cervicaux. L'altération de la sensibilité dans le palais mou est due à une neurapraxie du nerf glossopharyngien (IX). L'adduction de la corde vocale gauche résulte d'une neurapraxie du nerf laryngé récurrent, alors que la perte de l'élévation de l'épaule gauche est due à une neurapraxie du nerf accessoire (XI). La déviation de la langue peut être attribuée à une lésion du nerf hypoglosse (XII).

La plupart de ces modifications sont transitoires et sont habituellement en rapport avec des lésions de traction consécutives à l'intervention chirurgicale.

Cas 6

ANÉVRISME DE L'ARTÈRE COMMUNICANTE POSTÉRIEURE

Une femme de 33 ans en bon état général et sans antécédent particulier présente une diplopie accompagnée d'une douleur rétro-oculaire droite. Elle n'a aucun autre symptôme. À l'examen de son œil droit, on retrouve une dilatation de la pupille, associée à un léger ptosis. L'examen de l'oculomotricité révèle que l'œil est dévié en bas et en dehors, et que le réflexe pupillaire est absent.

Ces symptômes traduisent une paralysie du troisième nerf crânien homolatéral (paralysie du nerf oculomoteur [III]).

Le nerf oculomoteur (III) est le principal nerf moteur des muscles oculaires et extraoculaires. Il provient du mésencéphale, et traverse la dure-mère pour cheminer dans la paroi latérale du sinus caverneux. Le nerf oculomoteur (III) quitte la cavité crânienne et entre dans l'orbite par la fissure orbitaire supérieure. Dans cette fissure, il se divise en ses rameaux supérieur et inférieur.

Le site de la lésion nerveuse nécessite d'être précisé.

La paralysie du troisième nerf crânien peut concerner le noyau du nerf oculomoteur (III), qui théoriquement épargne la pupille et est indolore. Les réflexes pupillaires sont assurés par les fibres autonomes du noyau d'Edinger-Westphal, qui cheminent à travers le ganglion ciliaire.

La lésion ne peut pas être une lésion primitive du noyau du nerf oculomoteur (III).

Si les réflexes pupillaires et la vision sont tous deux en cause, cela évoque une lésion située le long du trajet du nerf oculomoteur (III). Des antécédents médicaux comme le diabète ou une maladie vasculaire peuvent provoquer un déficit isolé du nerf oculomoteur (III), mais ils ne sont pas associés à des douleurs.

La lésion est causée par un anévrisme.

L'une des causes les plus fréquentes de paralysie du troisième nerf crânien est la compression du nerf par un anévrisme de l'artère communicante postérieure, qui chemine parallèlement au nerf à la face antérieure du tronc cérébral. Comme l'anévrisme est au contact de la partie externe du nerf oculomoteur (III), il comprime en premier lieu les fibres parasympathiques, ce qui conduit à une prédominance du déficit de la fonction pupillaire avant la survenue des conséquences sur les fonctions du nerf.

L'anévrisme est mis en évidence par une angiographie.

La patiente fait l'objet d'un examen tomodensitométrique et par IRM. Classiquement, l'examen décisif pour la confirmation des anévrismes du cercle de Willis et de ses branches est une angiographie de soustraction digitalisée. L'angiographie montre l'anévrisme de l'artère communicante postérieure. La patiente est opérée et présente une excellente récupération.

Cas 7

ÉPISTAXIS RÉCIDIVANTE

Un garçon de 10 ans est adressé à un chirurgien ORL pour épistaxis (saignement de nez). Le saignement est associé à son habitude de mettre ses doigts dans son nez. Cependant, ce saignement est particulièrement abondant et, en deux occasions, nécessite une admission à l'hôpital pour un méchage nasal.

À l'inspection, une zone indurée est notée.

Les constatations typiques sont une zone indurée dans la partie antérieure et inférieure du septum nasal (aire de Kiesselbach). Il s'agit d'une zone particulièrement vasculaire, qui présente un nombre considérable de veines, souvent traumatisées lorsque l'enfant met ses doigts dans le nez.

Le patient est traité.

Le traitement classique est la cautérisation de ces veines proéminentes dans la zone de Kiesselbach, qui est le plus souvent réalisée avec une simple anesthésie locale et l'application de nitrate d'argent.

Malheureusement, ce garçon est pris dans une bagarre le jour suivant et présente à nouveau une épistaxis sévère, encore difficile à contrôler.

Il n'y a pas seulement un riche plexus veineux autour de la zone de Kiesselbach ; il y a aussi un important apport artériel, qui est fourni par les branches nasales septales des artères ethmoïdales postérieure et antérieure, et par les branches de l'artère grande palatine. Elles sont de plus renforcées par les branches septales de l'artère labiale supérieure.

Dans la plupart des cas, le traitement est conservateur.

Le traitement conservateur utilise habituellement le méchage (ou packing) de la cavité nasale jusqu'à ce que le saignement soit arrêté, et la correction de tout trouble associé de l'hémostase. Chez les patients qui présentent un saignement réfractaire au traitement médical, une série de manœuvres est proposée, comprenant la ligature des artères ethmoïdales antérieure et postérieure par une incision médiale dans le canthus de l'orbite, ou par la ligature des autres artères principales qui vascularisent la cavité nasale. Malheureusement, la plupart de ces techniques sont prises en défaut du fait de l'importance de la vascularisation artérielle et de sa diversité au niveau de la cavité nasale.

La précision du site spécifique du saignement peut être obtenue par l'imagerie.

En plaçant le cathéter dans l'artère fémorale, dans l'aorte puis dans l'artère carotide, l'artère sphénopalatine peut être canulée à partir de la branche maxillaire de l'artère carotide externe. Le saignement peut alors être mis en évidence, et les vaisseaux peuvent être embolisés par une injection de petites particules de matériau synthétique.

Fort heureusement pour ce jeune garçon, les saignements s'interrompirent après les mesures du traitement médical et ne se reproduisirent plus.

Cas 8

MACROADÉNOME HYPOPHYSAIRE

Une femme âgée de 30 ans consulte son médecin pour un problème d'aménorrhée (absence de règles) et de galactorrhée (production de lait au niveau du sein). Elle n'est pas enceinte et apparemment en bonne santé par ailleurs.

Le taux sérique de prolactine est mesuré.

La prolactine est une hormone produite par la glande pituitaire (hypophyse), et nécessaire pour la production de lait au niveau du sein pendant le postpartum. Cette hormone est particulièrement élevée.

D'autres tests cliniques mirent en évidence des troubles du champ visuel.

La patiente est examinée par un optométriste qui étudie le champ visuel et montre la réduction de la vision latérale par rapport au champ visuel normal. Ce déficit est bilatéral et symétrique – hémianopsie temporale bilatérale.

L'étude des voies visuelles permet de situer la lésion.

Les informations visuelles perçues dans le secteur temporal du champ visuel sont projetées sur la partie médiale de la rétine, de chaque côté. Les informations visuelles perçues par la partie médiale de la rétine sont transportées par les fibres qui croisent la ligne médiane au niveau du chiasma optique pour gagner le côté opposé.

La lésion est dans la zone du chiasma optique.

Toute interruption du chiasma optique produit un déficit visuel sous la forme d'une hémianopsie bitemporale. Les tumeurs du chiasma optique sont inhabituelles, bien que des gliomes puissent se développer. Plus fréquemment, la compression du chiasma optique par une tumeur voisine produit une hémianopsie bitemporale.

Une tumeur hypophysaire est diagnostiquée.

Le chiasma optique est en avant et extrêmement au contact de la glande hypophyse. Du fait de l'association chez cette patiente d'une production excessive de prolactine (tumeur hypophysaire) et du déficit visuel en rapport avec une lésion au niveau du chiasma, l'explication clinique la plus logique est la présence d'une tumeur hypophysaire comprimant le chiasma optique.

Une IRM est réalisée et confirme l'existence d'une volumineuse tumeur (macroadénome) de la glande hypophyse.

Un traitement médicamenteux est entrepris et la tumeur régresse (e-fig. 8.295). Les effets endocrinologiques sous la forme d'une sécrétion de prolactine disparaissent.

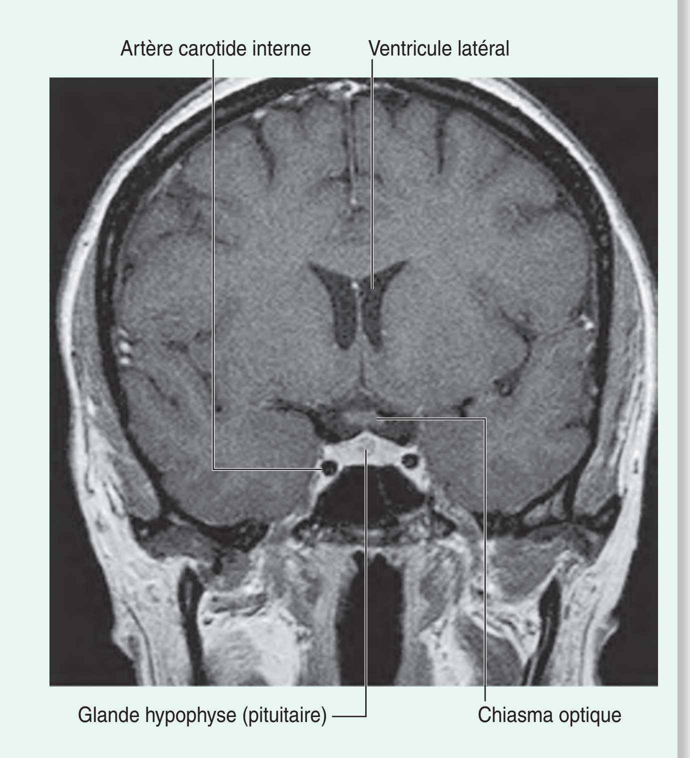
Des contrôles en imagerie sont réalisés.

Au cours des années suivantes, la tumeur régresse. Malheureusement, la patiente présente à nouveau une sécrétion de prolactine, et un traitement chirurgical est réalisé.

Une voie transphénoïdale est utilisée.

Des instruments très fins sont passés de manière extrêmement méticuleuse dans la cavité nasale puis dans l'os sphénoïde. L'os est creusé et, par cette exposition, la glande hypophyse est enlevée.

Une prudence extrême est requise car, de chaque côté de la glande hypophyse, se situe le sinus caverneux, à travers lequel cheminent l'artère carotide interne, le nerf oculomoteur (III), le nerf trochléaire (IV), le nerf trijumeau (V) et le nerf abducens (VI).



e-Figure 8.295 IRM coronale : macroadénome hypophysaire.

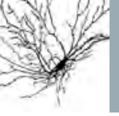
9

Neuroanatomie

Introduction

La neuroanatomie et les neurosciences sont des champs de la science qui tendent à expliquer le développement, l'organisation structurelle et la fonction physiologique du système nerveux.

Ces deux domaines sont intriqués pour aider à comprendre les questions des plus simples aux plus compliquées sur les fonctions sensitives, motrices, comportementales et cognitives. Ce chapitre vise à introduire les structures de base et les fonctions des composants individuels et systémiques du système nerveux humain.



Vue globale du système nerveux

Le système nerveux humain est divisé en système nerveux central (SNC) et système nerveux périphérique (SNP) (fig. 9.1). Les constituants du SNC sont le cerveau et la moelle spinale, qui sont contenus dans la cavité crânienne et la colonne vertébrale du squelette axial. Le système nerveux périphérique comprend les nerfs crâniens, les nerfs spinaux, les nerfs autonomes et le système nerveux entérique.

DÉVELOPPEMENT

Au cours de la troisième semaine du développement, la couche externe de l'embryon – l'ectoderme – s'épaissit pour former la plaque neurale (fig. 9.2A). Cette plaque évolue vers la gouttière neurale, longitudinale, qui se creuse et se trouve limitée de chaque côté par les plis neuraux (fig. 9.2B). Ces plis poursuivent leur développement et fusionnent au cours d'un processus appelé la **neurulation** pour former une structure

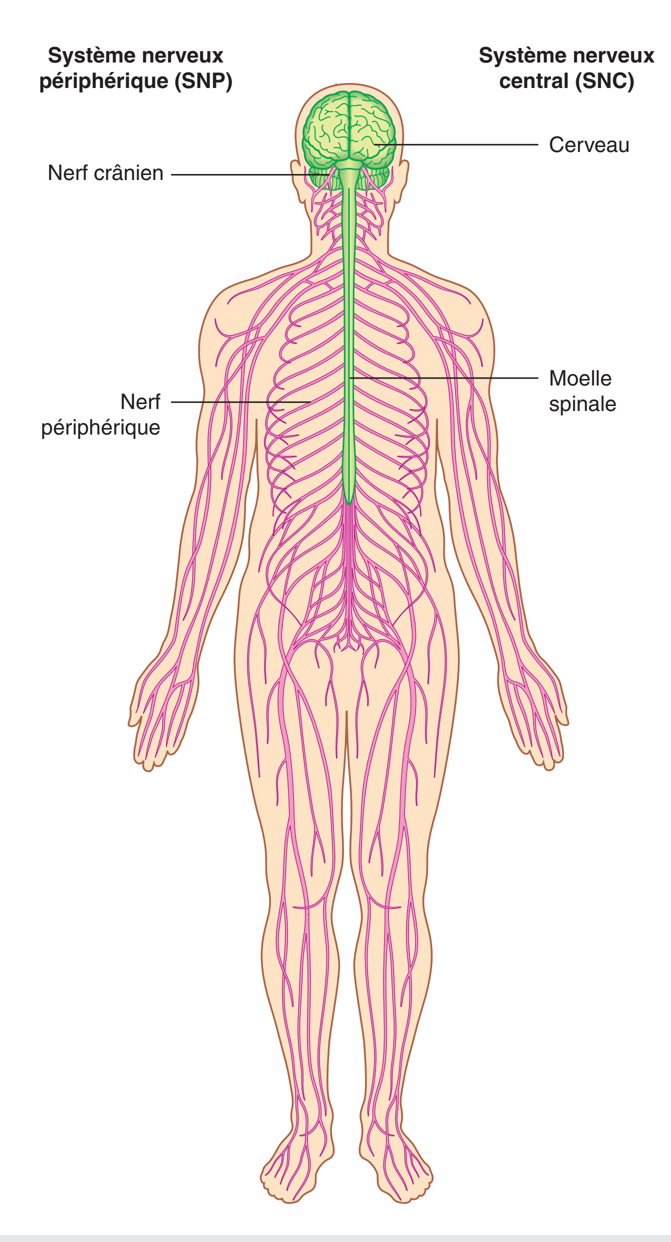


Figure 9.1 Système nerveux central (SNC) et système nerveux périphérique (SNP). (Source : Drake R. *Gray's Anatomy for Students*. 3rd ed., Fig. 1.33. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

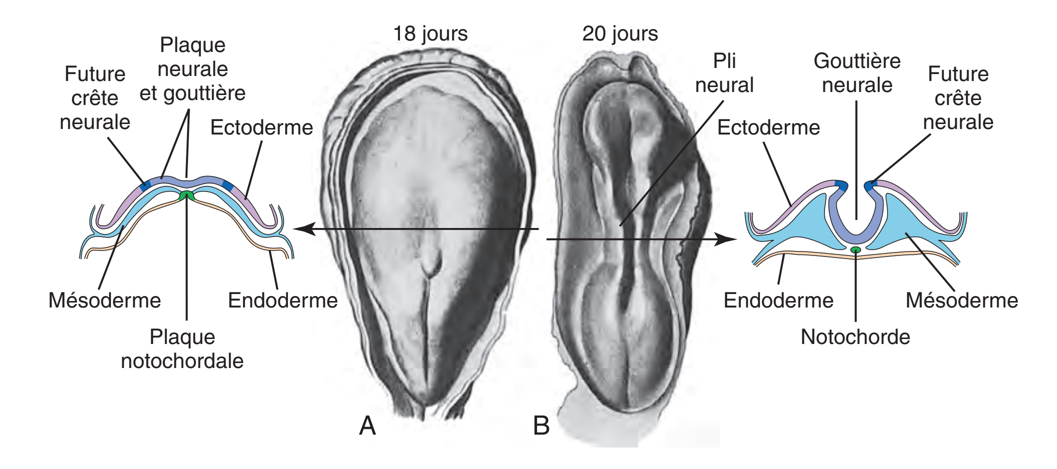


Figure 9.2 Formation de la gouttière neurale à partir de la plaque neurale (**A**) autour du 18e jour de développement et (**B**) 2 jours plus tard. (Source : Nolte J. *The Human Brain*. 7th ed., Fig. 2-1. Philadelphie : Elsevier ; 2016 ; d'après Arey LB. *Developmental Anatomy*. 4th ed. Philadelphie, PA : W.B. Saunders ; 1941.)

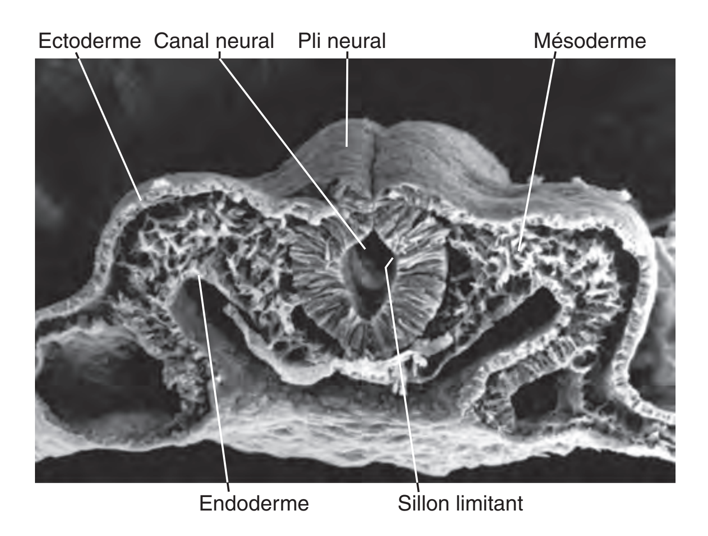


Figure 9.3 Coupe en microscopie électronique du tube neural juste fermé d'un embryon de poulet, fracture au niveau du futur mésencéphale. (Source : Nolte J. *The Human Brain*. 7th ed., Fig. 2-2. Philadelphie : Elsevier ; 2016 ; d'après la photographie de couverture qui accompagne Schoenwolf GC, Smith JL. *Development* 109 : 243, 1990.)

tubulaire allongée appelée le **tube neural** dont la lumière interne constitue le **canal neural** (fig. 9.3). La fusion du tube débute en son milieu et s'étend crânialement et caudalement, et le tube est totalement formé à la quatrième semaine. La prolifération continue des cellules à l'extrémité céphalique provoque la dilatation du tube neural et forme les trois vésicules cérébrales (fig. 9.4) : le prosencéphale (cerveau antérieur), le mésencéphale (cerveau moyen) et le rhombencéphale (cerveau postérieur), qui vont constituer plus tard les structures du cerveau. À l'extrémité caudale, le tube neural s'allonge et se rétrécit pour former la moelle spinale. Le canal neural forme les cavités du système ventriculaire dans le cerveau et le canal central de la moelle spinale (tableau 9.1). Le système nerveux périphérique comprend les nerfs crâniens, les nerfs spinaux, les ganglions spinaux, le système entérique et les ganglions

Tableau 9.1 Structures dérivées des vésicules du tube neural.

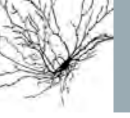
Vésicule primaire	Vésicule secondaire	Structures nerveuses dérivées	Cavités
Prosencéphale (cerveau antérieur)	Télencéphale Diencéphale	Hémisphères cérébraux Thalamus, hypothalamus, rétine, autres structures	Ventricules latéraux Troisième ventricule
Mésencéphale	Mésencéphale	Mésencéphale	Aqueduc cérébral
Rhombencéphale (cerveau postérieur)	Métencéphale Myélencéphale	Pont, cervelet Moelle allongée	Partie du quatrième ventricule, partie du canal central

D'après Vanderah TW. Nolte's the Human Brain. *7th ed., Tableau 2.1. Philadelphie : Elsevier ; 2016.*

autonomes. Le système nerveux périphérique est formé par les fibres nerveuses qui sortent du SNC et par les neurones et leurs fibres qui naissent des cellules migratoires de la crête neurale (fig. 9.4A). Comme le tube neural, les cellules de la crête neurale proviennent de la surface de l'ectoderme et s'étendent initialement de chaque côté du SNC en développement.

TERMES D'ORIENTATION

Plusieurs termes sont utilisés pour identifier l'orientation et la localisation des structures neurales. La terminologie pour l'orientation est assez simple pour des organismes comme les poissons et les reptiles, qui ont un système nerveux linéaire. Pour ces animaux, ventral désigne l'orientation (du ventre) vers le sol, dorsal (le dos) vers le ciel, caudal vers la queue (*cauda* en latin), rostral (du latin *rostro*, le bec) vers le museau (fig. 9.5). Chez l'homme, du fait de la bipédie et du maintien



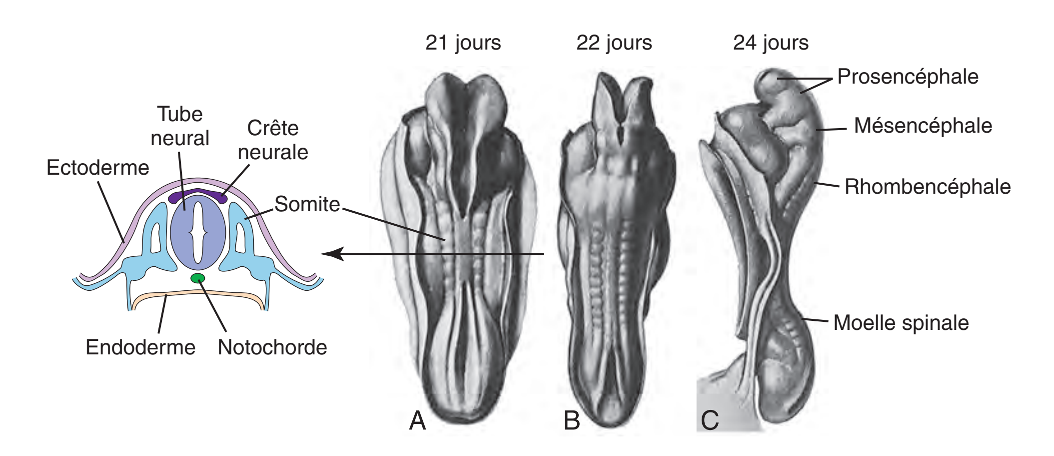


Figure 9.4 Fermeture du tube neural pendant la 4e semaine. **A.** Le 21e jour, les plis neuraux commencent à fusionner au niveau de la moelle spinale cervicale. **B.** La fusion du tube continue rostralement et caudalement. **C.** Vers le 24e jour, l'extrémité rostrale est fermée ; cependant, l'extrémité caudale ne se fermera pas avant 2 ou 3 jours. (Source : Nolte J. *The Human Brain*. 7th ed., Fig. 2-3. Philadelphie : Elsevier ; 2016 ; d'après Arey LB. *Developmental Anatomy*. 4th ed. Philadelphia, PA : W.B. Saunders ; 1941.)

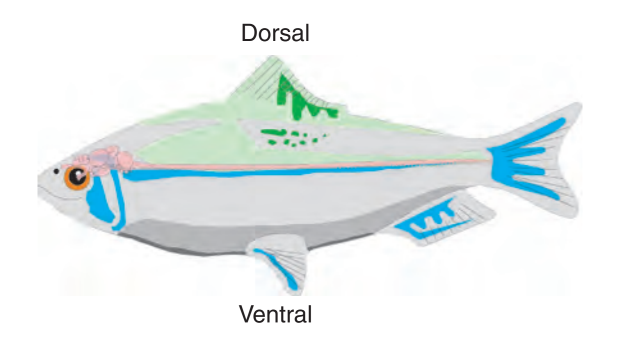


Figure 9.5 Termes directionnels pour référencer les différentes parties du SNC. (Source : Nolte J. *The Human Brain*. 6th ed., Fig. 3-1A. Philadelphie : Elsevier ; 2009.)

de la posture érigée, le système nerveux doit obligatoirement se fléchir de 80 à 90 degrés à la jonction mésencéphale-diencéphale. Ainsi, les références de directions telles que ventral, dorsal, rostral et caudal ont différentes significations selon les localisations des structures du SNC (fig. 9.6A). Un ensemble supplémentaire de termes qui restent constants dans leur référence à l'orientation des structures du système nerveux sont antérieur, postérieur, supérieur et inférieur.

Lorsqu'il est étudié par l'imagerie ou l'histopathologie, le système nerveux est observé en coupes dans l'un des trois plans : le plan coronal, qui divise le système nerveux en parties antérieure et postérieure ; le plan sagittal, orienté à angle droit par rapport au plan coronal, qui divise le système nerveux en parties droite et gauche ; et le plan horizontal (aussi dénommé *axial* ou *transverse*), qui divise le système nerveux en parties supérieure et inférieure (fig. 9.6). Le plan sagittal passant au milieu est la *coupe sagittale médiane*, et une coupe passant juste latéralement à la ligne médiane est nommée *coupe sagittale paramédiane*.

COMPOSANTS CELLULAIRES

Les cellules nerveuses (neurones) et les cellules gliales sont les composants cellulaires primaires du système nerveux. Les signaux neurochimiques sont principalement transmis à travers une série complexe de connexions entre des neurones voisins. Les cellules gliales participent à une constellation de fonctions qui sont vitales pour l'activité cérébrale propre. Leur contribution historiquement associée à la fonction neuronale a été élargie à la reconnaissance de leur rôle régulateur du contenu de l'espace extracellulaire et des neurotransmetteurs dans la jonction synaptique.

Les neurones sont constitués d'un corps cellulaire (ou soma), qui contient le noyau cellulaire, des processus courts appelés **dendrites** qui reçoivent les influx provenant d'autres neurones, et des processus longs appelés **axones**, qui conduisent les signaux loin du corps cellulaire (tableau 9.2). Selon la localisation des neurones, leur morphologie peut être variable. La majorité des neurones des mammifères sont multipolaires, ce qui indique qu'il y a plusieurs dendrites à une extrémité et un seul axone qui se ramifie à son extrémité (fig. 9.7). D'autres types de neurones sont bipolaires, unipolaires et pseudo-unipolaires (fig. 9.8).

Pour prévenir la perte de propagation linéaire du signal, les cellules gliales forment une couche basale de phospholipides d'isolation appelée la **gaine de myéline** tout le long de l'axone (fig. 9.7). La gaine de myéline est formée par les oligodendrocytes dans le SNC et par des cellules de Schwann dans le SNP. Entre les segments de myéline sont interposés des segments de l'axone appelés **nœuds de Ranvier**, qui comprennent un grand nombre de canaux ioniques dépendants du voltage. La présence de canaux ioniques facilite la conduction rapide du potentiel d'action (une dépolarisation transitoire dans la membrane axonale) de nœud en nœud selon un processus appelé **conduction saltatoire** (fig. 9.7).

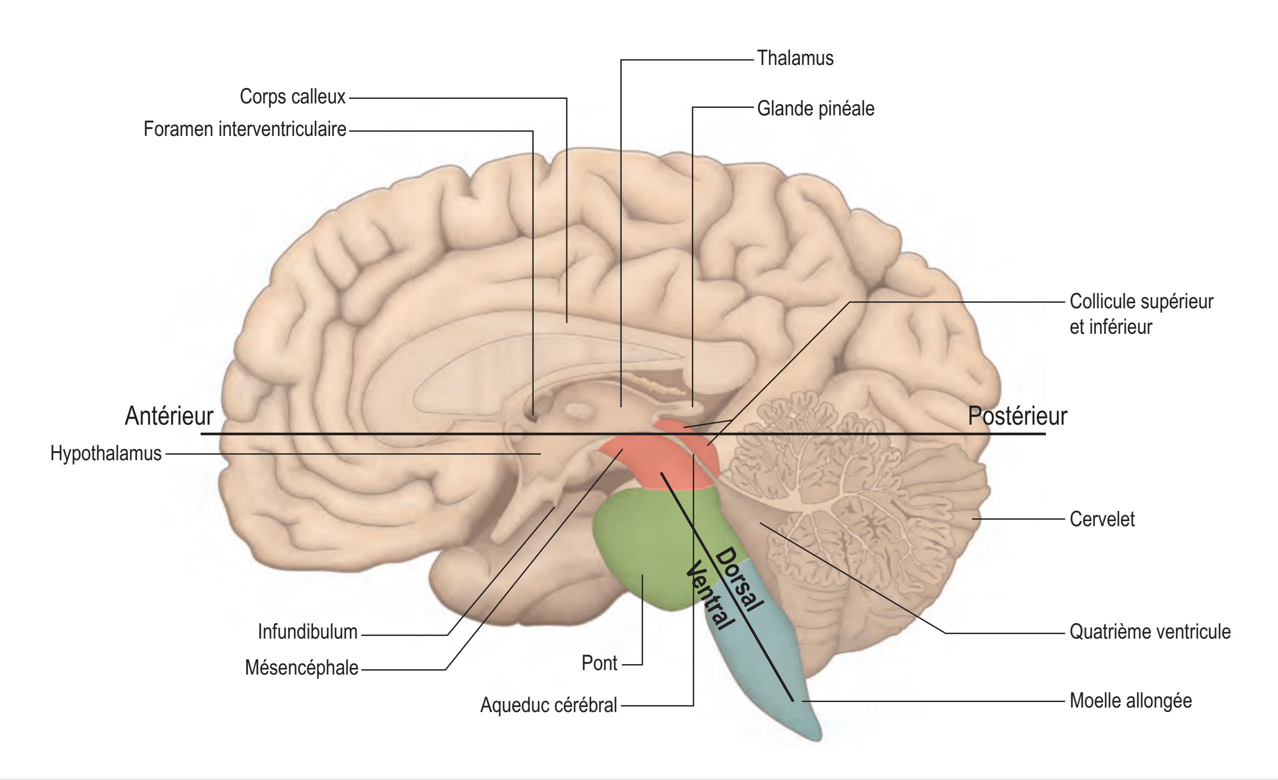


Figure 9.6 Plans de coupes pour le système nerveux central. (Modifié d'après Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 1.15A. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

Tableau 9.2 Parties d'un neurone typique.

Partie	Description	Organelles majeures	Fonctions primaires
Dendrites	Prolongements effilés du corps cellulaire	Cytosquelette, mitochondrie	Collectent les informations des autres neurones
Soma (corps cellulaire)	Peut avoir un, deux, ou plusieurs prolongements ; typiquement un axone, plusieurs dendrites	Noyau, appareil de Golgi, corps de Nissl, cytosquelette, mitochondrie	Synthétise les macromolécules, intègre les signaux électriques[1]
Axone	Unique, cylindrique ; peut être long de plusieurs centimètres ; peut être myélinisé ou non myélinisé	Cytosquelette, mitochondrie, vésicules de transport	Conduit l'information vers les autres neurones
Axone terminaux (terminaisons synaptiques)	Apposition d'une vésicule pleine sur un autre neurone ; la plupart sont axodendritiques ou axosomatiques, mais d'autres configurations sont rencontrées	Vésicules synaptiques, mitochondrie	Transmet l'information aux autres neurones

[1] Comme cela a été abordé dans le chapitre 7 de Nolte, l'intégration finale des signaux électriques (c'est-à-dire la conversion des potentiels synaptiques en trains de potentiels d'action) débute typiquement au début de l'axone.
D'après Vanderah TW. Nolte's the Human Brain. *7th ed., Tableau 1.1. Philadelphie : Elsevier ; 2016.*

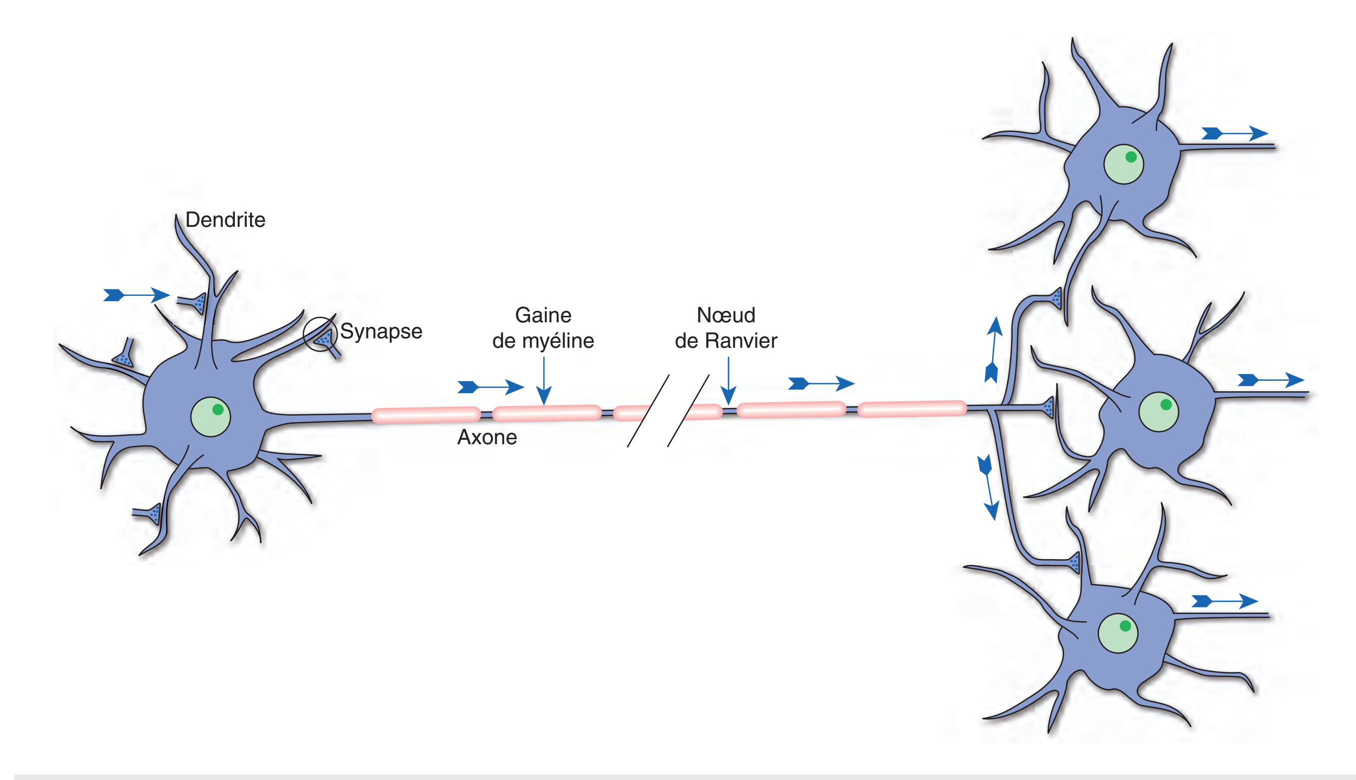


Figure 9.7 Schéma d'un neurone typique. L'influx synaptique est principalement reçu par les dendrites, et le signal électrique est propagé dans l'axone jusqu'aux terminaisons synaptiques. L'enveloppe rosée des axones représente la gaine de myéline. (Source : Nolte J. *The Human Brain*. 7th ed., Fig. 1-3. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

ORGANISATION FONCTIONNELLE DU SYSTÈME NERVEUX

Fonctionnellement, le système nerveux est organisé en système nerveux somatique et système nerveux viscéral. Le système nerveux somatique est constitué de nerfs qui transportent la sensation consciente des régions périphériques vers le SNC, et de nerfs qui quittent le SNC pour aller innerver les muscles volontaires (squelettiques). En revanche, le système nerveux viscéral se compose de nerfs qui transportent des informations sensorielles vers le SNC et une innervation motrice (autonome) hors du SNC pour réguler les fonctions homéostatiques. Une présentation complémentaire des systèmes nerveux somatique et viscéral prendra place plus loin dans le paragraphe « Moelle spinale ».

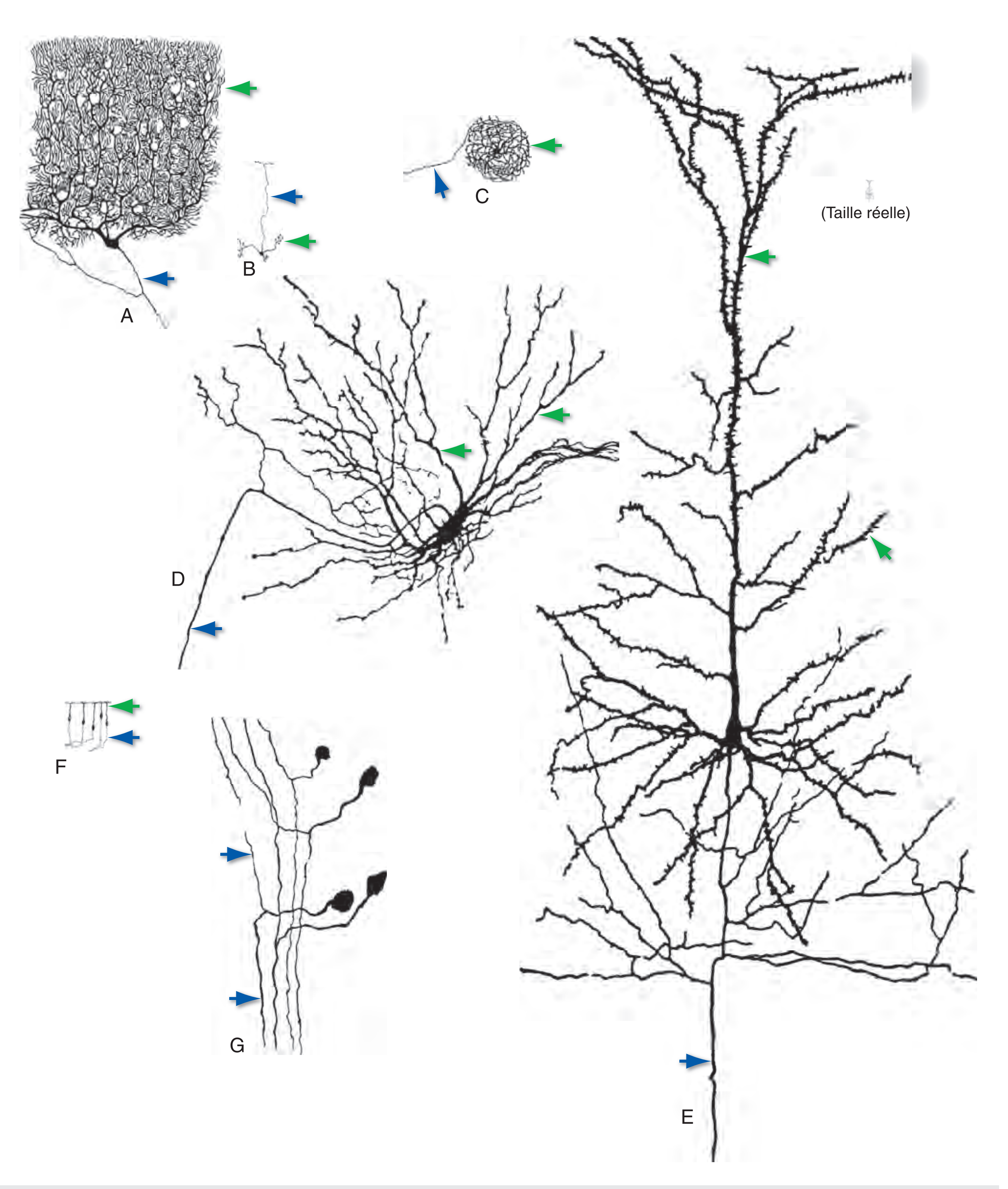


Figure 9.8 Dessins des neurones multipolaires **(A-E),** bipolaires **(F)** et unipolaires **(G)** colorés par la méthode de Golgi. Les *flèches vertes* indiquent des dendrites et les *flèches bleues* montrent des axones. Tous les axones sont dessinés à la même échelle pour montrer les différences des tailles et des formes des neurones variés. **A.** Cellule de Purkinje observée dans le cortex cérébral. **B.** Cellule à grain observée dans le cortex cérébral. **C.** Projection d'un neurone du noyau olivaire inférieur. **D.** Neurone moteur de la moelle spinale. **E.** Neurone pyramidal dans le cortex cérébral. **F.** Neurones récepteurs sensoriels olfactifs. **G.** Cellules du ganglion de la racine spinale. Le petit encart représente la taille réelle d'un neurone pyramidal. (Source : Nolte J. *The Human Brain*. 7th ed., Fig. 1-4. Philadelphie : Elsevier ; 2016. Modifié d'après Ramón y Cajal S. *Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés*, Paris : Maloine ; 1909, 1911.)



Cerveau

HÉMISPHÈRES CÉRÉBRAUX

Extérieurement, la surface périphérique du cerveau, ou cortex cérébral, est composée de six couches de corps cellulaires constituant la **substance grise**. En profondeur, les processus axonaux myélinisés de ces cellules se prolongent dans les hémisphères cérébraux. En raison de l'apparence blanchâtre de ces gros faisceaux myélinisés, ils sont appelés **substance blanche**. Dans le cerveau, la substance grise est localisée de manière prédominante sur la surface corticale et la substance blanche s'étend en profondeur dans les hémisphères cérébraux ; la configuration inverse est vérifiée au niveau de la moelle spinale, où la substance blanche est en superficie par rapport à la substance grise. Topographiquement, la surface des hémisphères cérébraux présente une série d'élévations en relief appelées **gyrus** et de replis appelés **sillons**, qui augmentent ensemble de manière significative la surface du cerveau.

Structurellement, chaque hémisphère cérébral est divisé en quatre principaux lobes : frontal, pariétal, occipital et temporal (fig. 9.9A). Les lobes frontaux sont localisés en avant et sont séparés en arrière des lobes pariétaux par le sillon central (sillon de Rolando) (fig. 9.9A). Latéralement, le lobe frontal est séparé du lobe temporal par le sillon latéral (sillon de Sylvius). Bien qu'il n'y ait pas de délimitation spécifique entre le lobe pariétal et le lobe occipital, latéralement, le long de la face médiale des hémisphères, les deux lobes sont séparés par le

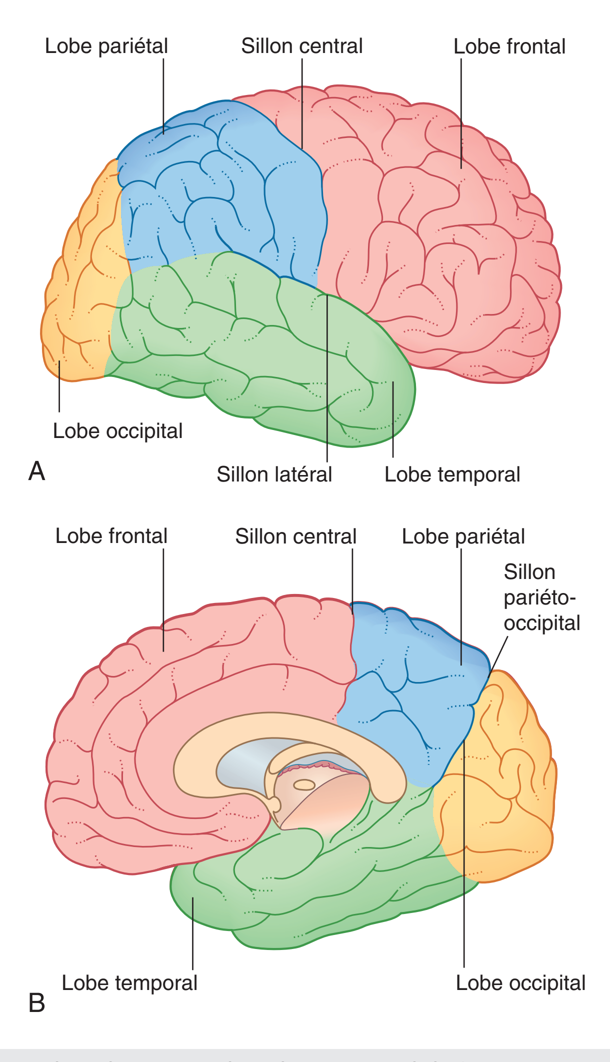


Figure 9.9 Quatre lobes du cerveau, hémisphère droit. **A.** Face latérale. **B.** Face médiale. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 2.1. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

sillon pariéto-occipital (fig. 9.9B). Le long de la ligne médiane, les hémisphères cérébraux sont séparés par le sillon longitudinal (sillon interhémisphérique, sillon sagittal). Dissimulant latéralement une petite zone de cortex appelée **insula**, des parties des lobes frontal, pariétal et temporal sont collectivement appelées l'**opercule** (le « couvercle » en latin) (fig. 9.10). L'insula représente la fusion du télencéphale et du diencéphale et peut être vue en écartant délicatement le sillon latéral.

Les fibres vers et depuis le cortex cérébral cheminent en empruntant diverses voies de la substance blanche qui parcourent la moelle spinale, le tronc cérébral et les hémisphères cérébraux. Sous la matière grise de la surface corticale se trouve une expansion de la matière blanche appelée **corona radiata**. Cette partie de la substance blanche se condense pour former la capsule interne, une structure en forme de V vue sur les coupes horizontales qui contient des axones qui se dirigent vers les, ou qui proviennent des différentes structures du cortex et des noyaux profonds (fig. 9.11). La capsule interne

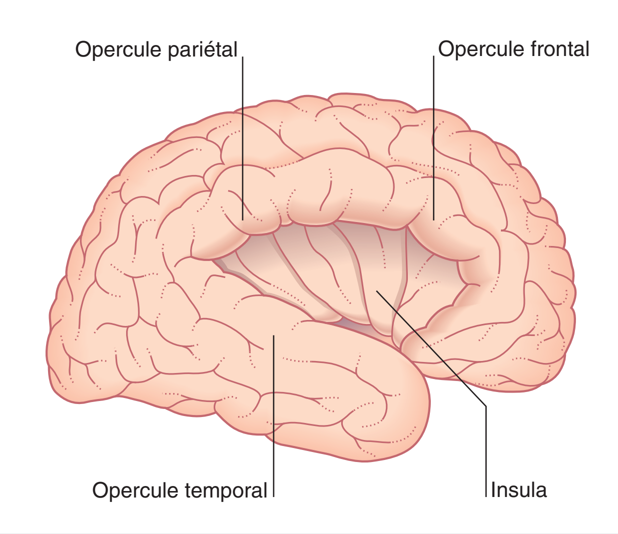


Figure 9.10 Cortex de l'insula visualisé par rétraction de l'opercule. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 2.3. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

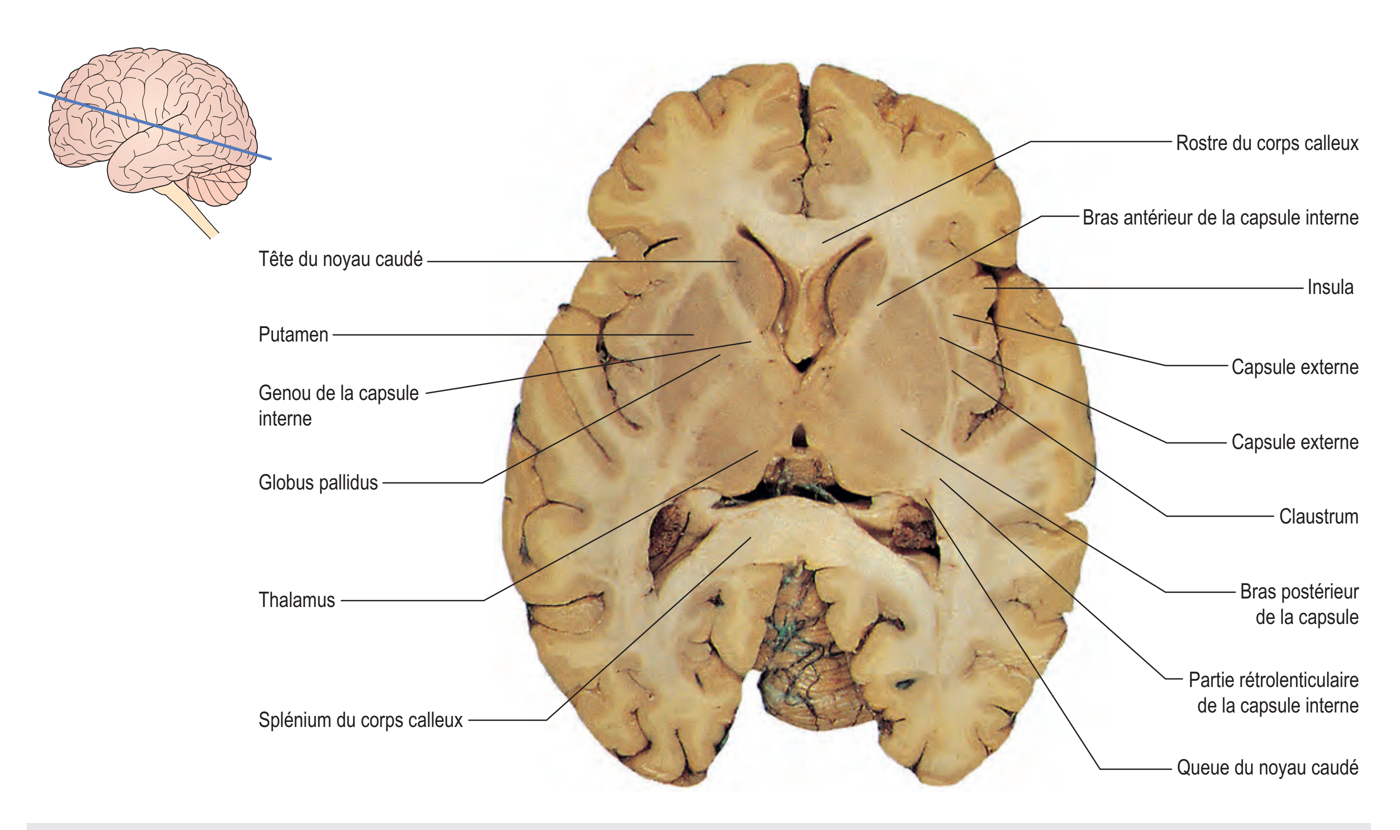


Figure 9.11 Coupe horizontale du cerveau exposant la capsule interne. (Modifié d'après Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 13.14. Philadelphia : Elsevier ; 2015.)



est divisée en trois parties selon les connexions des différents faisceaux avec le cortex et les structures sous-jacentes. La portion la plus antérieure de cette voie de la substance blanche est le bras antérieur, qui est délimité médialement par la tête du noyau caudé et latéralement pars le globus pallidus et le putamen. Le bras antérieur se poursuit par le genou (l'angle en latin) au niveau du foramen interventriculaire (de Monro) et la capsule interne se termine par le bras postérieur, situé latéralement au thalamus et médialement au globus pallidus et au putamen. En plus de ce faisceau vertical de connexions axonales se trouve le corps calleux qui chemine dans le plan horizontal. Le corps calleux (fig. 9.12) est formé d'axones myélinisés qui relient horizontalement les deux hémisphères cérébraux l'un à l'autre, et il est divisé en un rostre, un genou, un corps et un splenium (fig. 9.12).

SYSTÈME VENTRICULAIRE

Le système ventriculaire dérive de la lumière interne du tube neural en développement. Au cours de la croissance du cerveau, les cavités et les canaux du système ventriculaire s'adaptent à la forme des hémisphères cérébraux, du diencéphale, du pont, de la moelle et du cervelet, qui en

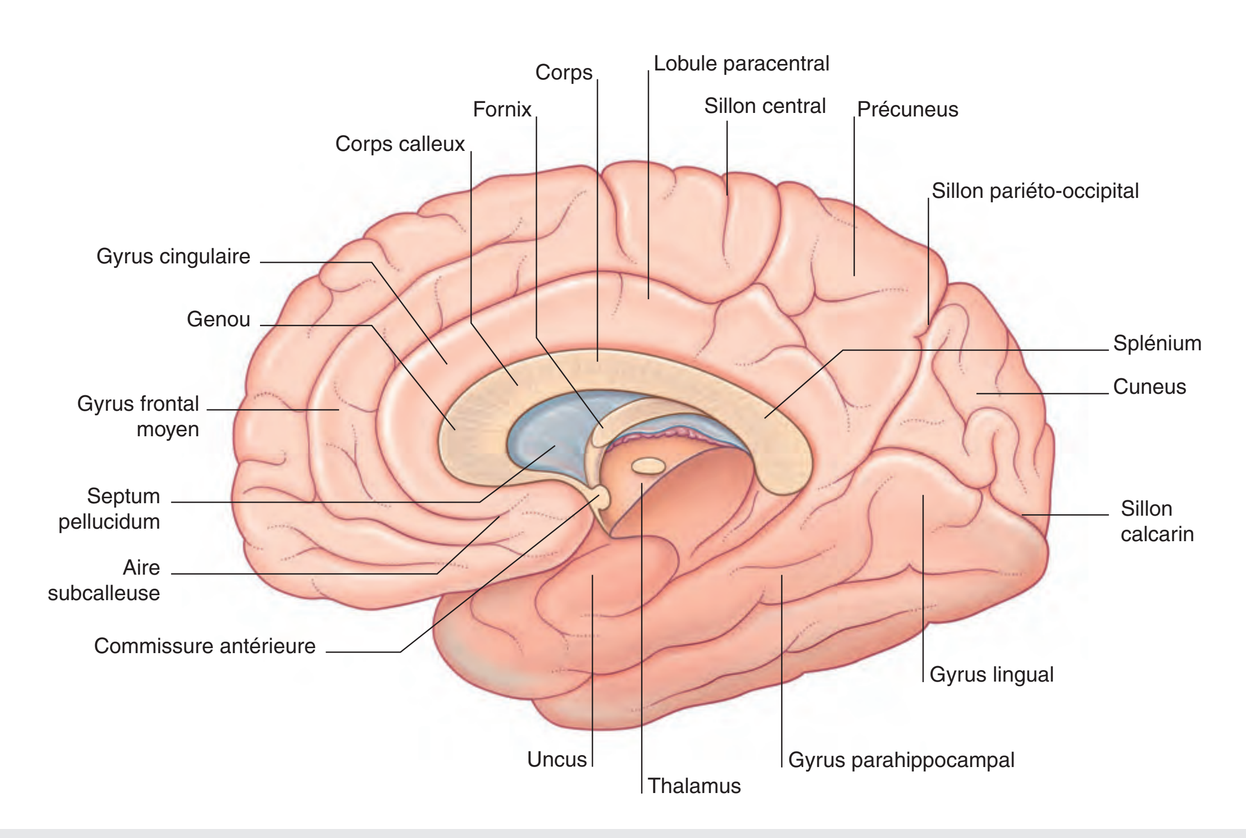


Figure 9.12 Vue médiale du corps calleux dans l'hémisphère cérébral droit. De rostral en caudal : rostrum, genou, corps et splénium. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 2.2B. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

constituent les parois (fig. 9.13). En situation inférieure et latérale au corps calleux se situent de grandes cavités liquidiennes, qui représentent le début du système ventriculaire. Ces cavités les plus antérieures sont les deux ventricules latéraux en forme de C, situés dans les ventricules cérébraux (fig. 9.14). Comme les ventricules latéraux se prolongent dans tous les lobes des hémisphères cérébraux, ils sont divisés en cinq parties homonymes. Dans le lobe frontal se situe la corne antérieure (frontale), qui s'étend dans le lobe frontal et le lobe pariétal (fig. 9.15). La corne postérieure (occipitale) se projette dans le lobe occipital (fig. 9.15). La corne terminale s'étend en bas et en avant dans le lobe temporal (corne temporale) (fig. 9.15). Près du splenium du corps calleux, le corps, postérieur, et les cornes inférieures gagnent ensemble l'atrium/trigone des ventricules latéraux (fig. 9.15). La plus grande partie des ventricules est recouverte par le plexus choroïde (fig. 9.16), une série de cellules épendymaires modifiées responsables de la production de 0,5 litre de liquide cérébrospinal (LCS) par jour chez l'adulte.

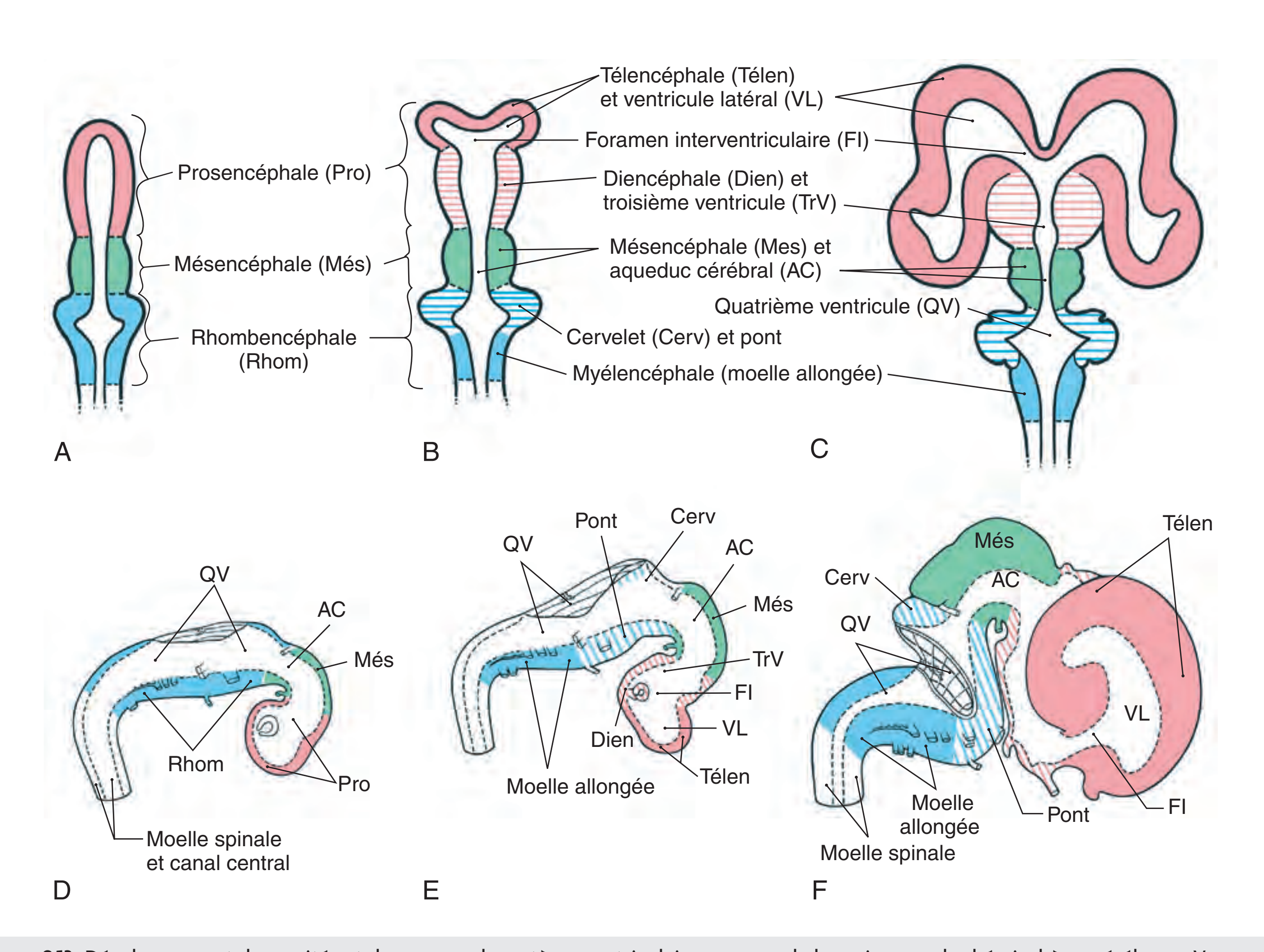


Figure 9.13 Développement des cavités et des canaux du système ventriculaire au cours de la croissance des hémisphères cérébraux. Vues dorsales (**A-C**) corrélées avec des vues latérales (**D-F**) à 5 semaines (**D**), 6 semaines (**E**) et 8,5 semaines (**E, F**) de gestation. Les *lignes pointillées* décrivent les ventricules. (Source : Haines D, Mihailoff G. *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications.* 5th ed., Fig. 6-1A-C. Philadelphia : Elsevier ; 2013.)



Thalamus
Fornix
Septum pellucidum
Plexus choroïde
Stries médullaires du thalamus
Troisième ventricule
Corps calleux
Aqueduc cérébral
Quatrième ventricule
Foramen interventriculaire
Grande citerne
Hypothalamus

Figure 9.14 Coupe sagittale du cerveau exposant le système ventriculaire dans l'hémisphère cérébral. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 6.2. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

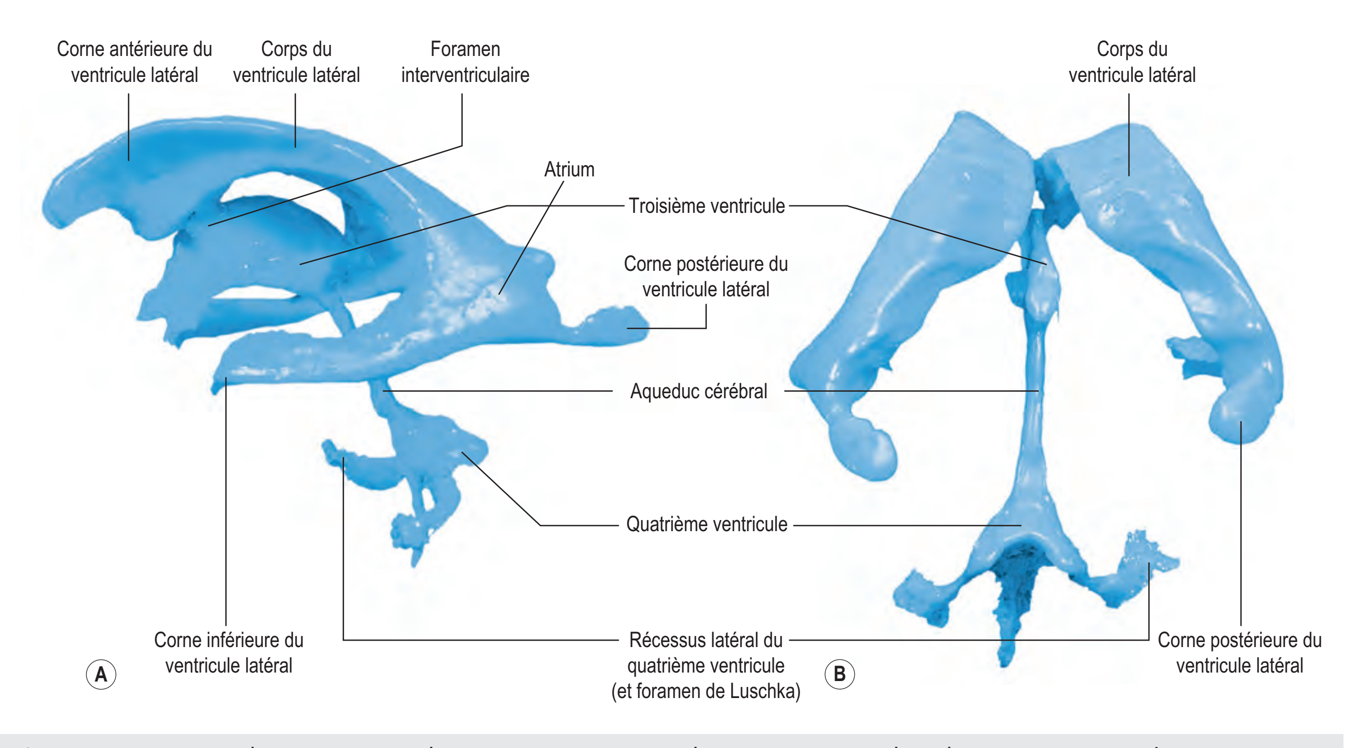


Figure 9.15 Composants du système ventriculaire représentés par un moulage en résine. **A.** Vue latérale. **B.** Vue postérieure. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 6.1. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

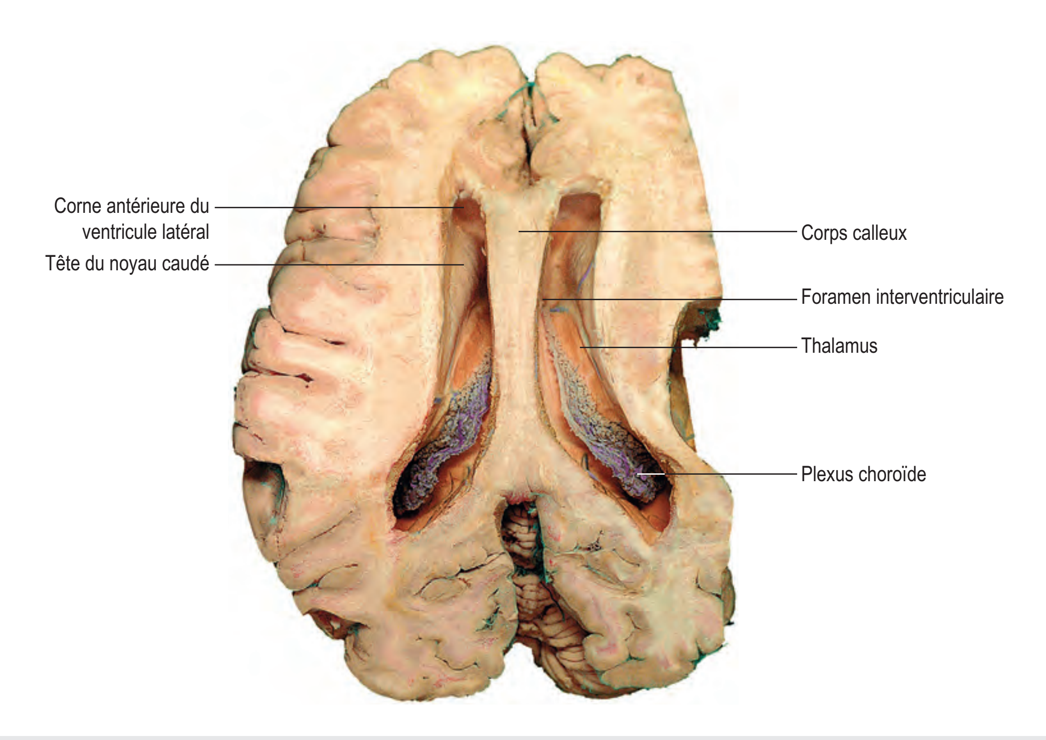


Figure 9.16 Dissection supérieure des hémisphères cérébraux exposant le corps calleux et les ventricules latéraux. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 6.6. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

À partir des ventricules latéraux, le LCS s'écoule à travers le foramen interventriculaire (de Monro) vers le troisième ventricule, en forme de fente, qui est entouré par le thalamus et l'hypothalamus (fig. 9.15). Le troisième ventricule communique avec le quatrième ventricule par l'aqueduc du cerveau (aqueduc de Sylvius), qui chemine à travers le mésencéphale (fig. 9.15). Entouré par le pont et la moelle en avant et le cervelet en arrière, le quatrième ventricule laisse s'écouler le LCS hors du système ventriculaire dans l'espace subarachnoïdien par les foramens latéraux de Luschka et le foramen médian de Magendie (fig. 9.15).

Tableau 9.3 Espaces des méninges crâniennes

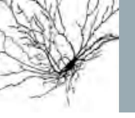
Espace	Localisation
Épidural	Espace potentiel entre la dure-mère et la calvaria
Subdural	Espace potentiel dans la couche durale interne, près de l'interface dure-mère/arachnoïde interne
Subarachnoïdien	Normalement présent, espace rempli de LCS ; élargissement en citernes

LCS : liquide cérébrospinal.
D'après Vanderah TW. Nolte's the Human Brain. *7th ed., Tableau 4.1. Philadelphie : Elsevier ; 2016.*

MÉNINGES

Dans l'enveloppe osseuse du crâne et de la colonne vertébrale, le SNC est entouré de trois revêtements concentriques de tissu conjonctif appelés **méninges** (du mot grec *meninx* qui signifie « membrane »), qui agit comme soutien et stabilisateur du cerveau et de la moelle spinale. Dans ce paragraphe seront présentées les méninges crâniennes. Les méninges rachidiennes, qui ont une configuration différente, seront présentées dans le paragraphe « Moelle spinale ».

La couche la plus externe est la **dure-mère**, une structure fibreuse résistante composée de deux couches. La couche périphérique, périostée, est adhérente au crâne, et la couche plus profonde recouvre l'arachnoïde sous-jacente (fig. 9.17). Bien que ces deux couches soient étroitement adhérentes l'une à l'autre, elles sont séparées dans certaines régions pour former les sinus veineux de la dure-mère, qui reçoivent le drainage veineux cérébral (fig. 9.18). L'anatomie des sinus veineux sera détaillée dans le paragraphe « Vascularisation cérébrale ». Deux espaces potentiels existent : l'espace épidural (extradural), à la face superficielle de la couche périostée, et l'espace sous-dural, à la face profonde de la couche méningée. Ces espaces peuvent être remplis de sang au cours d'un traumatisme vasculaire (tableau 9.3). Dans la cavité crânienne, la couche méningée de la dure-mère forme dans plusieurs zones des replis duraux, ou septums. Ces cloisons sont appelées la **faux du cerveau** entre les hémisphères cérébraux, la **tente du cervelet** entre les hémisphères cérébraux et le cervelet, et la **faux du cervelet** entre les hémisphères cérébelleux (fig. 9.17). Un repli plus petit, le diaphragme de la selle, couvre la fosse pituitaire et la glande pituitaire.



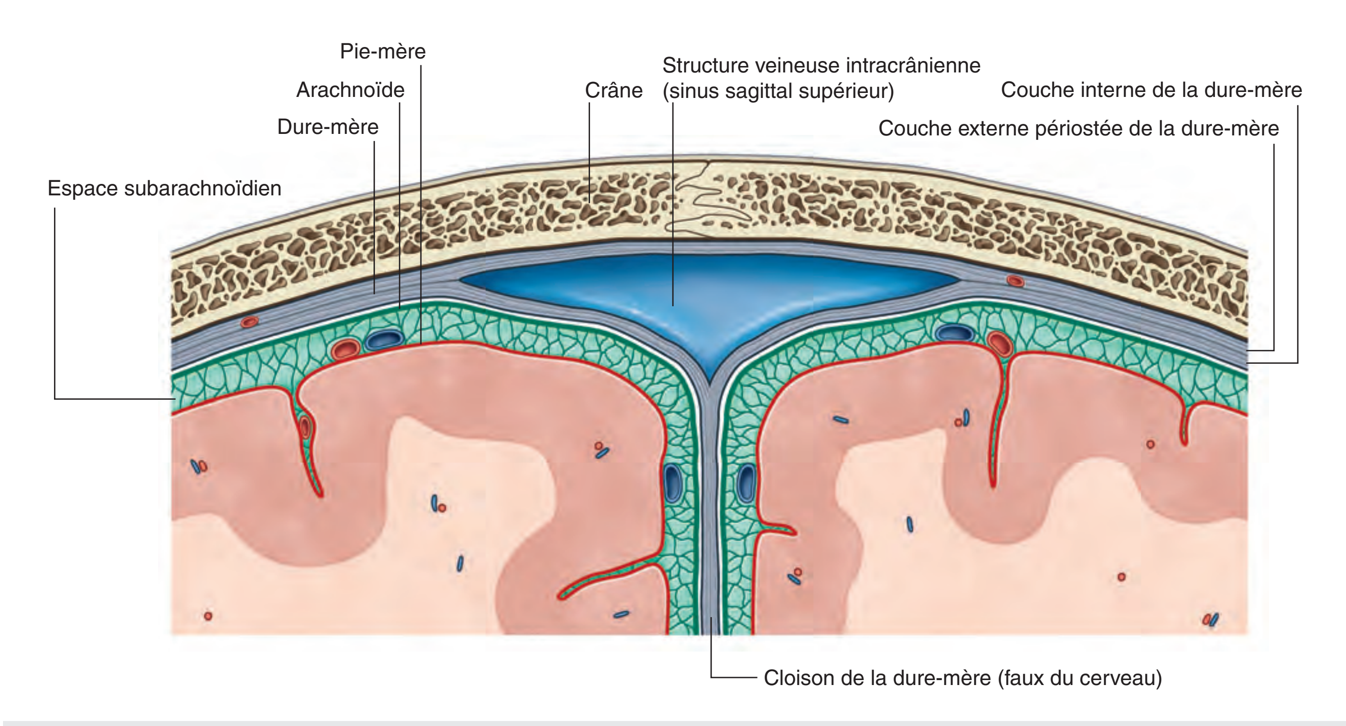


Figure 9.17 Vue coronale du cerveau et des méninges crâniennes. Noter la séparation de la couche méningée interne et de la couche périostée externe de la dure-mère pour former les sinus dure-mériens. (Source : Drake RL et al : *Gray's Anatomy for Students.* 3rd ed., Fig. 8.31A. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

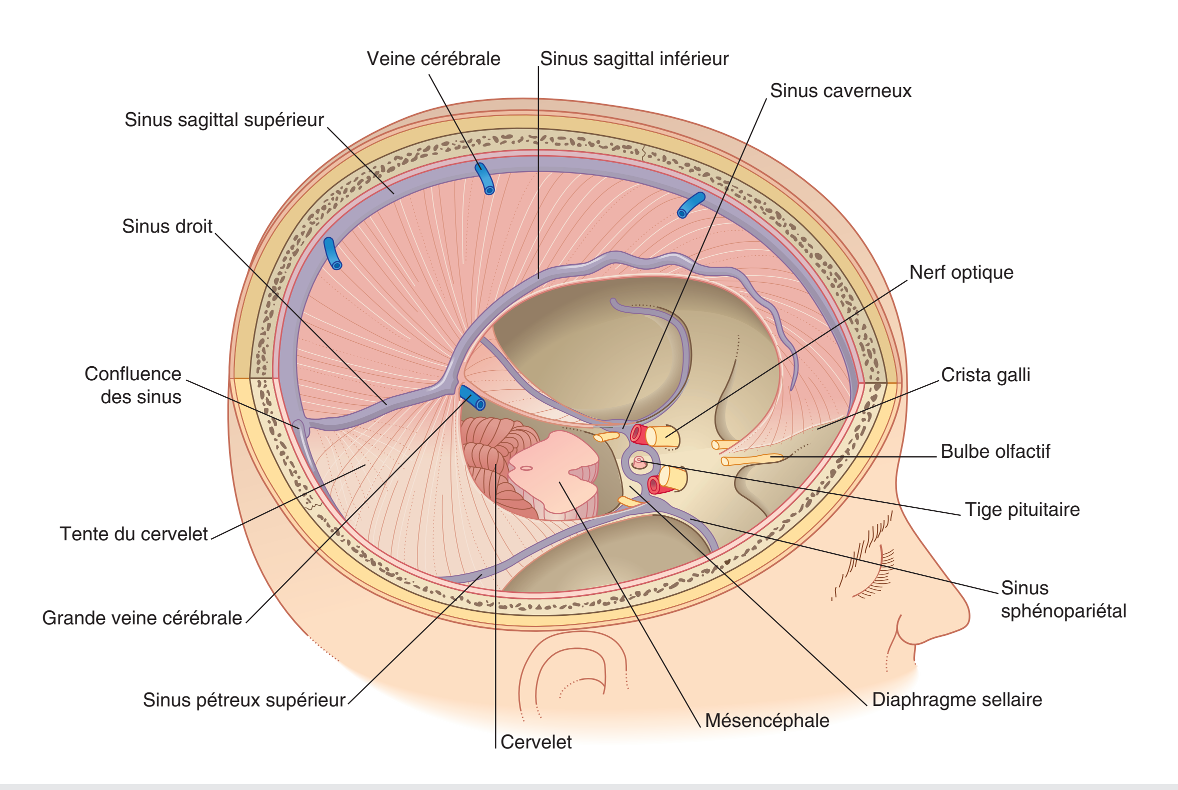


Figure 9.18 Sinus veineux dans la dure-mère. Noter la présence du mésencéphale dans l'incisure tentorielle. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 4-1. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

En profondeur par rapport à la dure-mère se trouve l'**arachnoïde** (du grec *arachne* qui signifie toile d'araignée). La couche externe de l'arachnoïde est composée de plusieurs couches de cellules aplaties au contact de la couche méningée de la dure-mère (fig. 9.19). Des faisceaux de tissu conjonctif s'étendent de cette couche externe pour former des trabécules arachnoïdiennes, qui s'unissent en profondeur à la pie-mère (fig. 9.19). La **pie-mère** forme une couche fine, en forme de voile, qui est étroitement accolée aux gyrus et aux sillons à la surface du cerveau. La pie-mère et l'arachnoïde sont séparées par l'espace subarachnoïdien qui contient le LCS et les vaisseaux les plus importants du cerveau.

VASCULARISATION CÉRÉBRALE

La vascularisation du cerveau est divisée en vascularisation antérieure qui provient des artères carotides internes et vascularisation postérieure qui provient des artères vertébrales (fig. 9.20). Les **artères carotides internes** proviennent de la division des artères carotides communes au niveau de la quatrième vertèbre cervicale. De chaque côté, les artères cheminent dans le cou pour entrer dans la fosse moyenne du crâne par le canal carotidien. Les artères décrivent ensuite une série de changements de directions pour passer dans la portion pétreuse de l'os temporal et dans le sinus caverneux avant d'entrer dans l'espace sous-arachnoïdien juste latéralement au chiasma optique. À la sortie du sinus caverneux, l'artère carotide interne donne naissance à l'artère ophtalmique, puis continue en direction crâniale en donnant l'artère communicante postérieure et les artères choroïdiennes avant de se terminer en se divisant en artères cérébrales antérieure et moyenne (fig. 9.21).

Les deux **artères cérébrales antérieures** (ACA) s'anastomosent proximalement via l'artère communicante antérieure, située en avant du chiasma optique (fig. 9.22). Au-delà de cette connexion, l'ACA chemine le long de la face médiale de l'hémisphère cérébral dans la fissure longitudinale et suit le

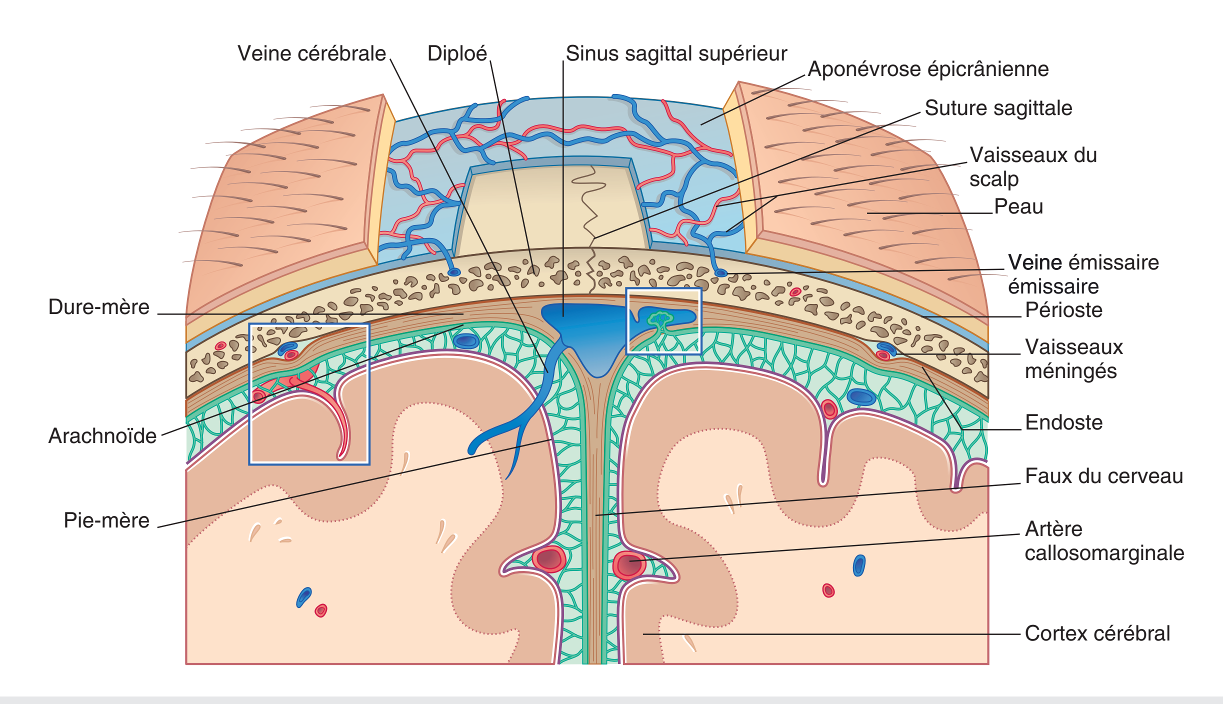


Figure 9.19 Coupe coronale des méninges crâniennes : dure-mère, arachnoïde et pie-mère. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 4-5A. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)



Figure 9.20 Artères de la face inférieure du cerveau injectées de résine rouge. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 7.3. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

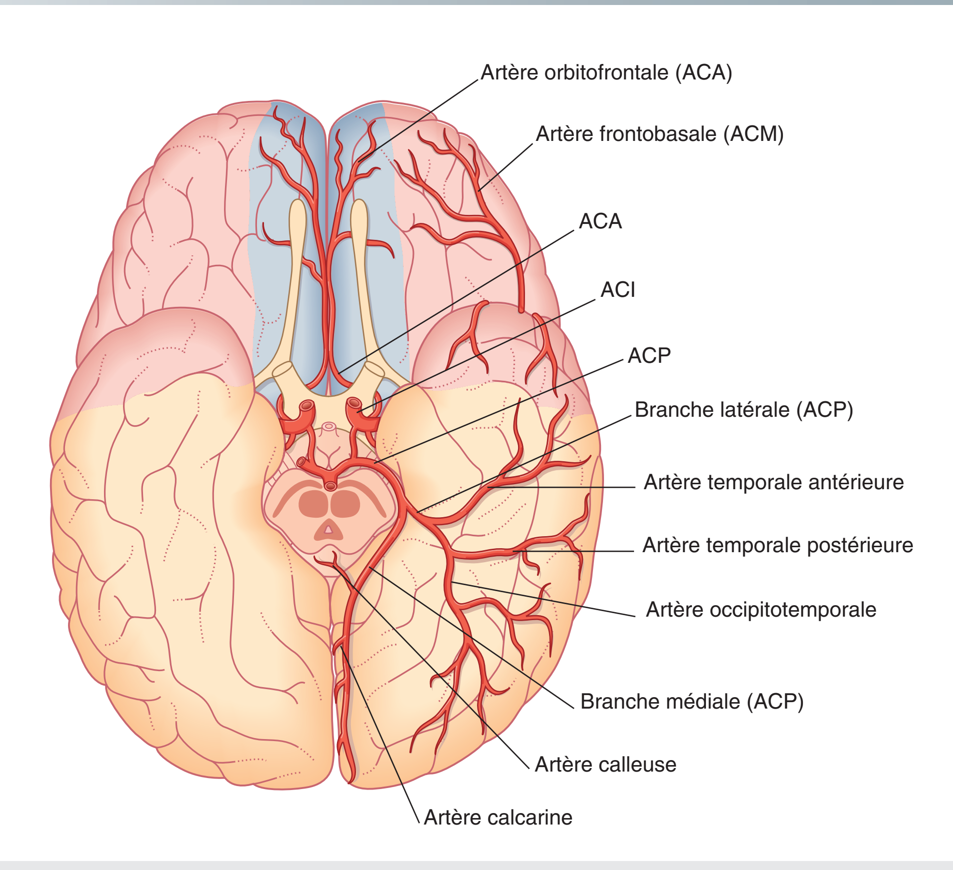


Figure 9.21 Vascularisation du cerveau issue des artères carotides internes et du système vertébrobasilaire. ACA : artère cérébrale antérieure ; ACM : artère cérébrale moyenne ; ACI : artère cérébrale inférieure ; ACP : artère cérébrale postérieure. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 5.5. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

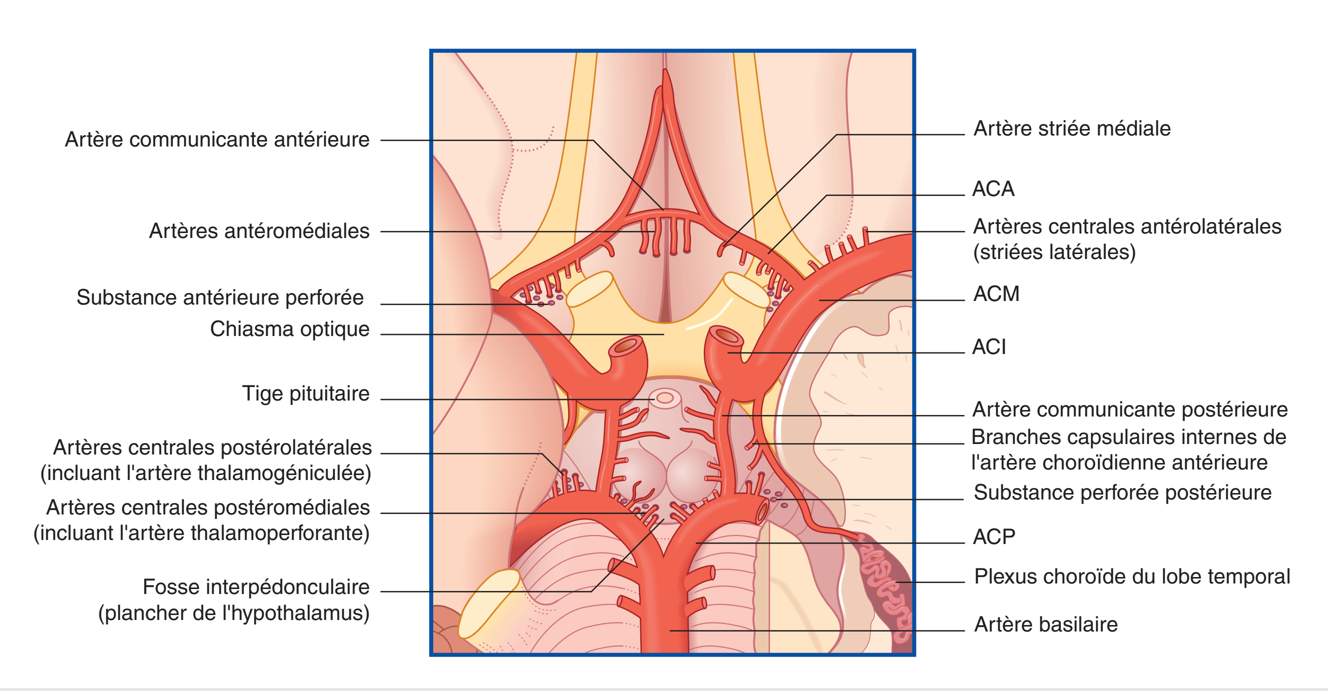
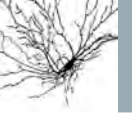


Figure 9.22 Vue inférieure/ventrale du cerveau exposant le cercle artériel du cerveau (de Willis), qui est complété par les artères communicantes antérieures et postérieures. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 5.1A. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)



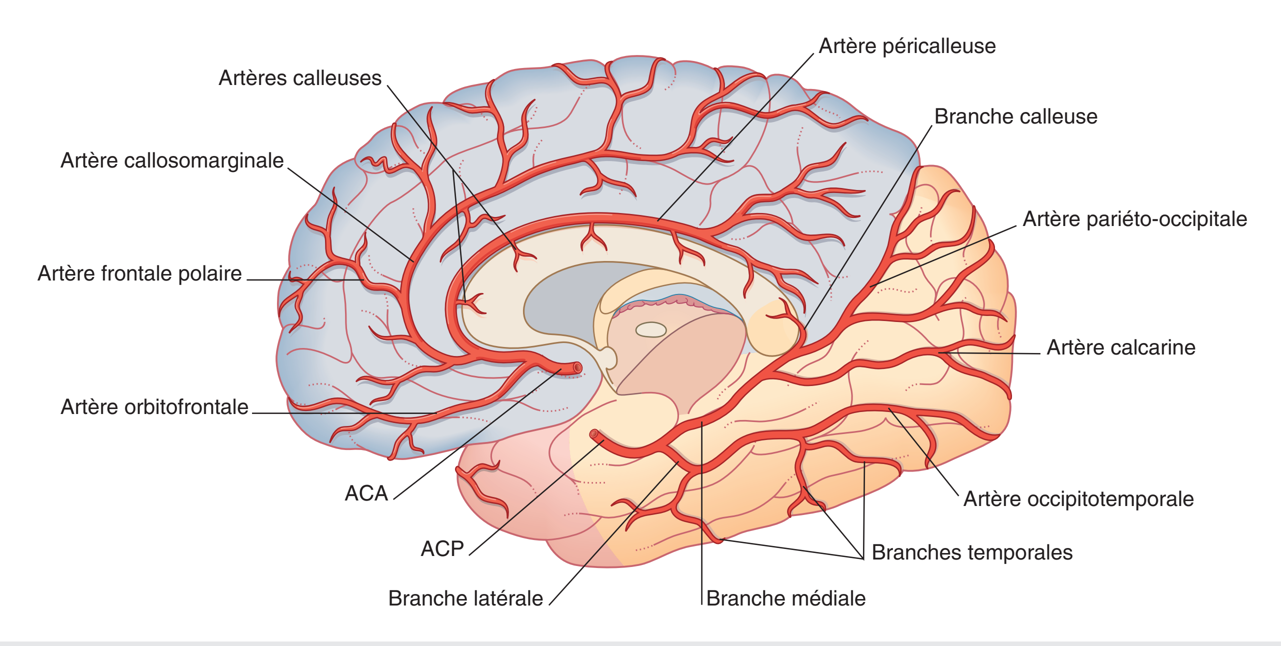


Figure 9.23 Branches et territoires des artères cérébrales antérieure (ACA) et postérieure (ACP) sur l'hémisphère médial droit. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 5.2. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

bord supérieur du corps calleux jusqu'à la portion antérieure du lobe pariétal. Au cours de ce trajet naissent deux branches : l'artère callosomarginale, qui suit le sillon cingulaire, et l'artère péricalleuse, qui est immédiatement adjacente au corps calleux (fig. 9.23). Du fait de ce trajet et de ces branches, l'ACA vascularise la majeure partie de la partie médiale du cerveau depuis le lobe frontal jusqu'à la partie antérieure du lobe pariétal.

Après son origine latérale sur l'artère carotide interne, l'**artère cérébrale moyenne** (ACM) pénètre dans la fissure latérale et donne les artères lenticulostriées (fig. 9.24) avant de se terminer en divisions supérieures et inférieures, qui se ramifient le long de l'insula et de l'opercule frontal avant d'émerger sur la convexité latérale du cerveau. La branche supérieure vascularise le cortex au-dessus de la fissure latérale, ce qui inclut le lobe frontal latéral et une petite portion du lobe pariétal antérieur (voir fig. 9.21). La branche inférieure irrigue le cortex sous la fissure latérale, ce qui comprend le lobe temporal et la portion antérolatérale du lobe pariétal.

Le cortex cérébral postérieur est vascularisé par le système artériel vertébrobasilaire. Ce système commence avec les artères vertébrales droite et gauche, qui proviennent des artères subclavières et montent dans le cou à travers les foramens transversaires des vertèbres cervicales. Après être entrées dans le foramen magnum au niveau de la jonction pontomédullaire, les artères s'unissent pour former l'**artère basilaire**, qui chemine le long de la ligne médiane en avant du tronc cérébral (voir fig. 9.20). Au niveau du diencéphale, l'artère basilaire donne naissance à l'**artère cérébrale postérieure** (ACP), qui s'incurve en arrière et donne naissance à

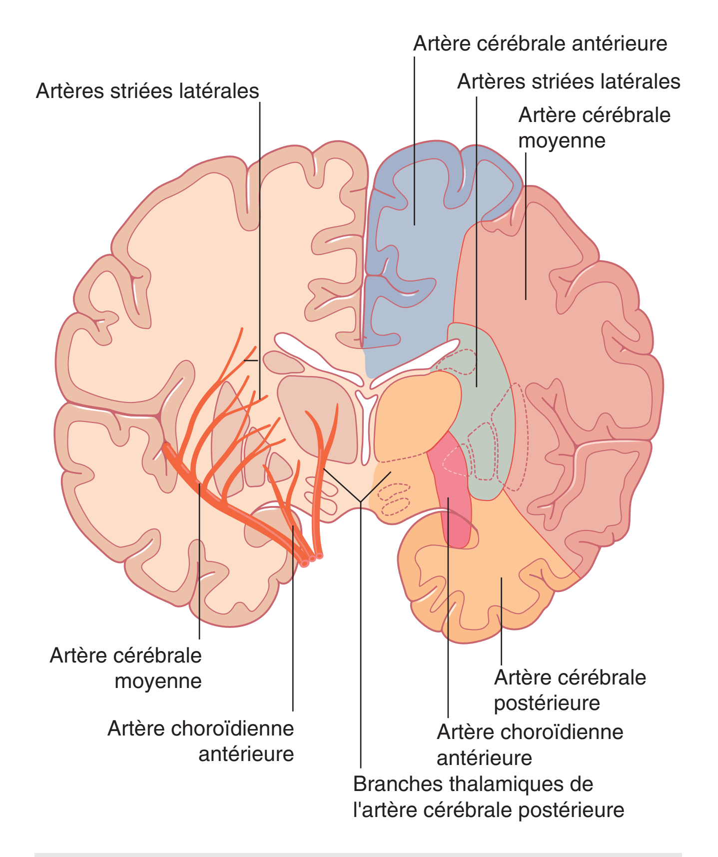


Figure 9.24 Réseau de distribution des branches perforantes des artères cérébrales antérieure, moyenne et postérieure. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 5.4. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

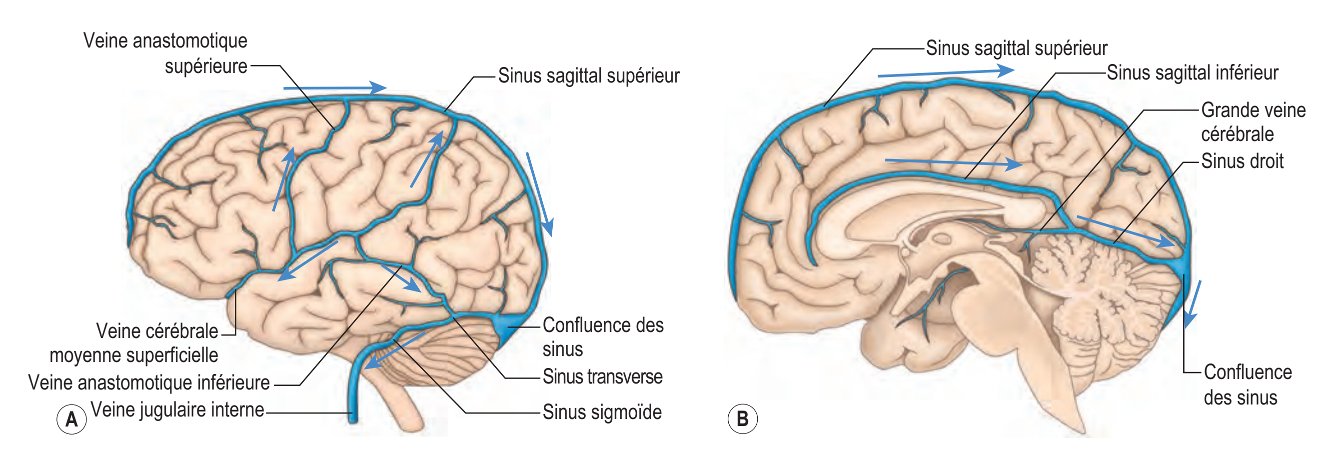


Figure 9.25 Branches veineuses du cerveau. **A.** Vue latérale. **B.** Vue sagittale. (Modifié d'après Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 7.9A. Philadelphia : Elsevier ; 2015.)

des branches qui vascularisent la partie inférieure et médiale du lobe temporal et du lobe occipital. L'artère communicante postérieure naît de l'ACP et s'anastomose à l'artère carotide interne (voir fig. 9.22).

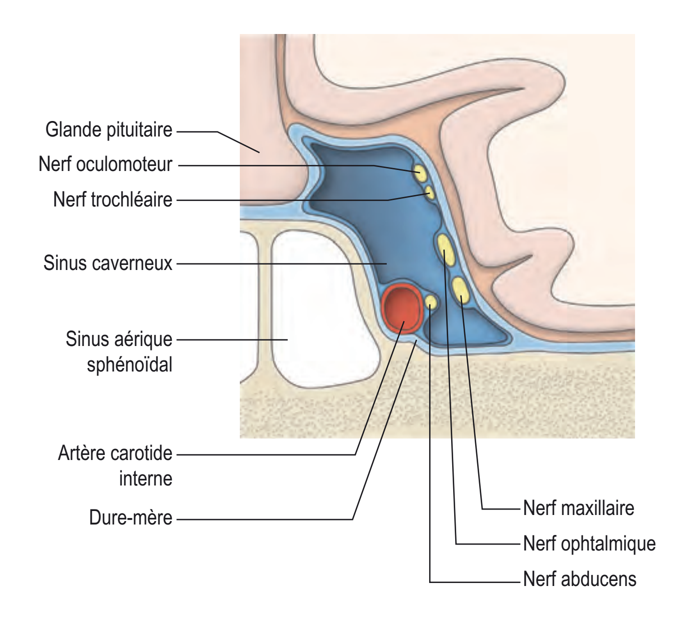


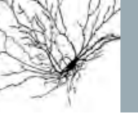
Figure 9.26 Coupe coronale du sinus caverneux. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 7.11. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

DRAINAGE VEINEUX

Le drainage veineux des hémisphères cérébraux suit un système de veines profondes, de veines superficielles et de sinus veineux dure-mériens avant de gagner la veine jugulaire interne. Avant d'atteindre les veines jugulaires internes, les veines superficielles et profondes sont connectées aux sinus duraux situés entre les couches périostée et méningée de la dure-mère. Ces vaisseaux ne présentent pas de valves dans leur lumière.

Le long du bord supérieur de la faux du cerveau chemine le **sinus sagittal supérieur**. Le sinus sagittal supérieur se dirige en arrière pour se drainer dans les sinus transverses de chaque côté (fig. 9.25A). Chaque **sinus transverse** s'incurve vers le bas pour former le **sinus sigmoïde**, qui sort par le foramen jugulaire pour devenir la veine jugulaire interne. Le long du bord inférieur de la faux du cerveau se situe le **sinus sagittal inférieur** (fig. 9.25B). En arrière, le sinus sagittal inférieur s'unit à la grande veine de Galien pour former le sinus droit. Le pont où le sinus droit, le sinus sagittal supérieur et le sinus occipital se rejoignent est appelé la **confluence** des sinus (fig. 9.25B). Cette confluence des sinus se draine dans les sinus transverses. De chaque côté de la fosse hypophysaire se trouve un plexus veineux est appelé **sinus caverneux** (fig. 9.26). En plus du drainage reçu des autres sinus, le sinus caverneux reçoit aussi les veines ophtalmiques. Le sinus caverneux est drainé par le sinus pétreux supérieur dans le sinus transverse et par les sinus pétreux inférieurs dans la veine jugulaire interne.

Le drainage des veines superficielles est principalement effectué dans le sinus sagittal supérieur et le sinus caverneux. Bien que la disposition des veines superficielles dans l'espace subarachnoïdien soit très variable, trois veines apparaissent pratiquement constantes. La **veine cérébrale moyenne superficielle** chemine parallèlement à la fissure latérale, et se draine dans le sinus caverneux du lobe temporal (fig. 9.25A). La **veine anastomotique supérieure** (de Trolard) s'abouche perpendiculairement dans la veine cérébrale moyenne superficielle (fig. 9.25A). Cette veine chemine vers le haut à travers le lobe pariétal pour se drainer dans le sinus sagittal supérieur. La **veine anastomotique inférieure** (de Labbé) s'abouche aussi perpendiculairement dans la veine cérébrale moyenne superficielle (fig. 9.25A). La veine anastomotique inférieure passe vers le bas le long du lobe temporal pour s'aboucher dans le sinus transverse.



À la différence des veines superficielles, les veines profondes sont plus constantes dans leur organisation. La plupart des veines profondes se drainent dans la **grande veine cérébrale** (de Galien) avant d'entrer dans les sinus veineux (fig. 9.27). La veine cérébrale antérieure et la veine cérébrale moyenne profonde cheminent en situation adjacente à l'artère cérébrale antérieure et à l'artère cérébrale moyenne. Ces veines profondes s'unissent pour former la **veine basale** (de Rosenthal), qui continue son trajet autour de la face latérale du mésencéphale. De manière bilatérale, les **veines cérébrales internes** sont formées dans le foramen intraventriculaire par la jonction des veines septales et thalamostriées (fig. 9.27). En arrière du mésencéphale, les veines cérébrales internes et les veines basales s'unissent pour former la grande veine cérébrale (de Galien) (fig. 9.27). La grande veine cérébrale rejoint ensuite le sinus sagittal inférieur pour former le sinus droit.

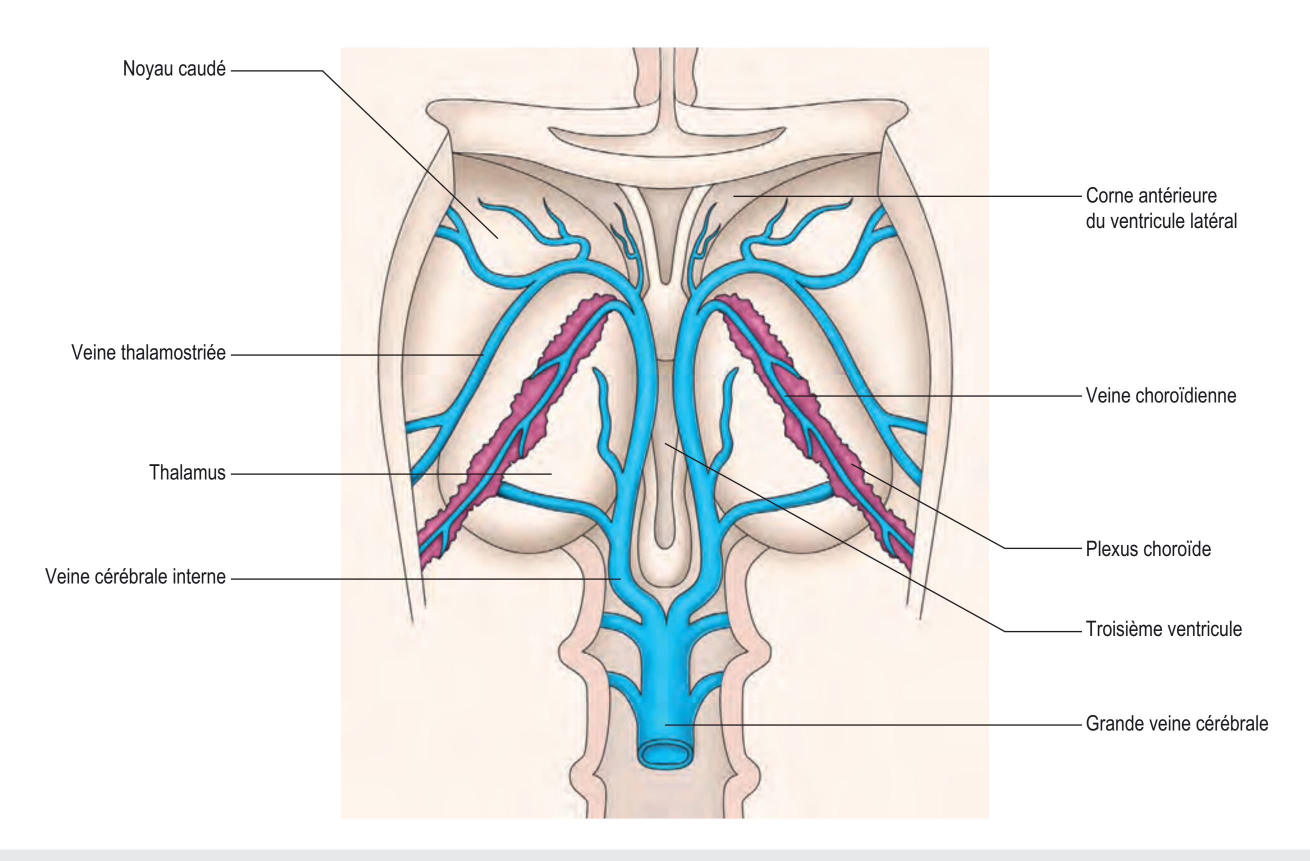


Figure 9.27 Vue supérieure du cerveau avec le corps calleux réséqué pour exposer les veines cérébrales profondes. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 7.8. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

Thalamus

Le thalamus (la «chambre interne» en grec) est une grosse masse en forme d'œuf de substance grise dérivée du diencéphale lors du développement du cerveau (voir tableau 9.1). Le rôle le plus significatif du thalamus est celui de relais synaptique pour les voies nerveuses qui vont vers le cortex cérébral. Cependant, le thalamus agit aussi comme un portier qui prévient ou majore le transfert d'information, dépendant de l'état comportemental. Les signaux sensitifs, moteurs, limbiques et modulateurs des circuits du comportement et d'excitation ont tous des relais synaptiques avec les noyaux thalamiques.

Du fait de cette localisation profonde dans le cerveau, le thalamus est entouré par plusieurs structures et aussi de parties du système ventriculaire. En avant, le thalamus se prolonge pour atteindre le foramen interventriculaire, qui connecte les ventricules latéraux et le troisième ventricule (fig. 9.28). Ensemble, les masses des noyaux thalamiques et l'hypothalamus situé ventralement constituent les parois latérales du troisième ventricule. Le bras postérieur de la capsule interne se situe immédiatement latéral au thalamus (fig. 9.29). Le corps du ventricule latéral est en rapport avec la face dorsale du thalamus, et la partie mésencéphalique du tronc cérébral s'étend caudalement (fig. 9.28). À travers la ligne médiane du troisième ventricule, les deux masses thalamiques sont interconnectées par l'**adhérence interthalamique**.

Fondée sur leurs rapports avec la lame médullaire médiale – une bande en forme de Y d'axones myélinisés traversant le thalamus de haut en bas –, la classification des noyaux thalamiques les sépare en quatre groupes : 1) antérieur, 2) médial, 3) latéral, et 4) intralaminaire (fig. 9.30). En plus de cette catégorisation structurelle, les noyaux sont divisés en trois classes fonctionnelles majeures : 1) relais, 2) intralaminaire, et 3) rétinaculaire. Comme cela a été mentionné précédemment, la plus grande partie du thalamus est constituée de noyaux relais, qui ont des connexions excitatrices réciproques avec le cortex. Les noyaux relais sont subdivisés en *spécifiques* et *non spécifiques* selon leurs projections vers les aires spécifiques du cortex primaire sensitif ou moteur, ou des projections corticales plus diffuses. La majorité des noyaux spécifiques sont situés dans le thalamus latéral – en fait, toutes les voies sensitives ou sensorielles, à l'exception de l'olfaction, ont des relais dans le thalamus latéral avant d'atteindre leur cible corticale primaire. Les détails des noyaux spécifiques et non spécifiques et leurs connexions corticales sont passés en revue dans le tableau 9.4.

Les **noyaux intralaminaires** sont situés dans la lame médullaire interne et ont de nombreuses projections réciproques, principalement avec les noyaux gris centraux et la formation réticulaire (fig. 9.30). Il existe deux régions

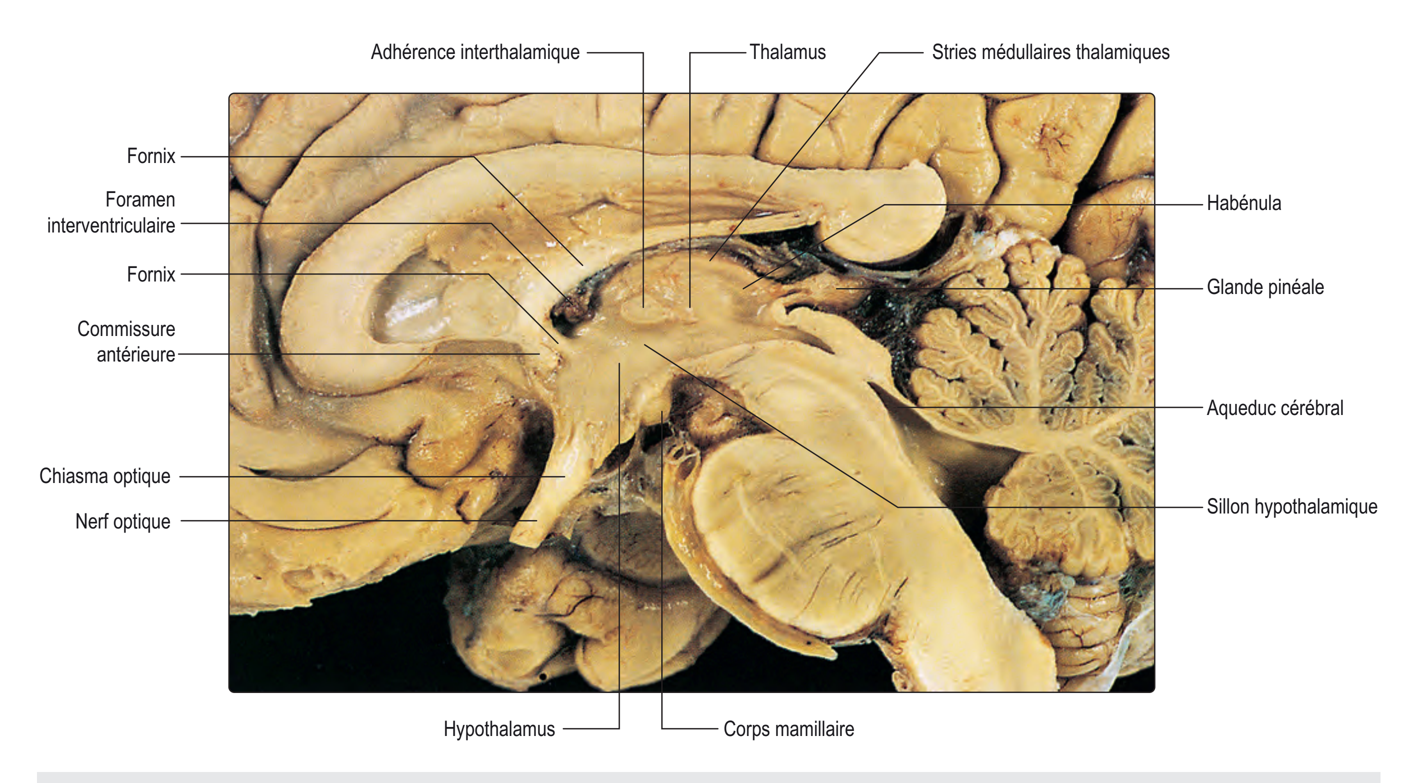


Figure 9.28 Vue sagittale de l'hémisphère droit montrant le diencéphale et les rapports des structures voisines. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 12.12. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



A B

Lame médullaire interne
Groupe nucléaire antérieur
Noyau antérieur ventral
Globus pallidus
Troisième ventricule
Fornix
Hypothalamus
Tractus optique
A

Noyau caudé
Noyau médiodorsal
Strie médullaire
Strie terminale
Noyau réticulaire
Capsule interne
Noyau latéral ventral
Zona incerta
B
Noyau subthalamique
Pont

Figure 9.29 A et **B.** Coupes coronales du cerveau à différents niveaux du diencéphale. Les coupes sont colorées avec du Bleu de Luxol rapide pour dévoiler les axones myélinisés. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 12.3. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

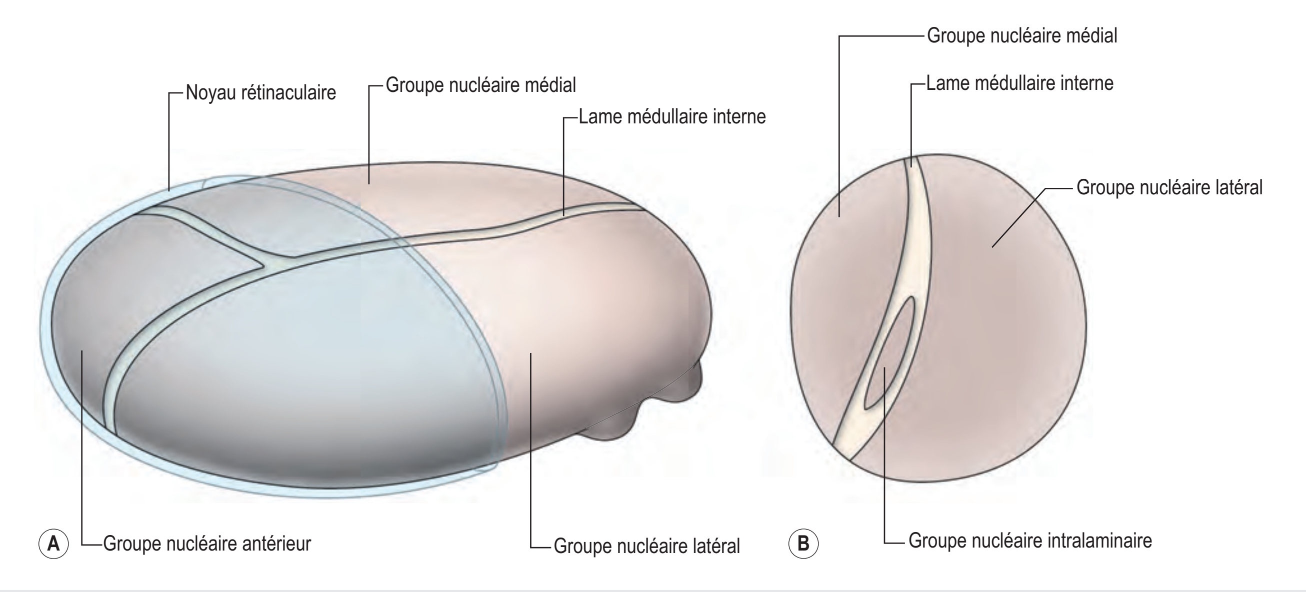


Figure 9.30 Thalamus gauche en vue antérolatérale (**A**) et en coupe coronale (**B**), décrivant les principaux groupes nucléaires. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 12.5A, B. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

Tableau 9.4 Les noyaux thalamiques et leurs connexions

Type	Noyau	Afférences	Efférences
Spécifique (ou relais)	Antérieur	Corps mamillaires Hippocampe	Cortex cingulaire
	Ventral antérieur (VA)	Substance noire (partie latérale)	Cortex préfrontal
	Ventral latéral (VL)		
	VL, partie antérieure VL, partie postérieure	Globus pallidus (segment interne) Noyau cérébelleux	Aire motrice supplémentaire Cortex prémoteur et moteur
	Ventral postérieur (VP)		
	Ventral postérolatéral (VPL)	Afférences somatiques du tronc et des membres	Cortex somatique sensitif
	Ventral postéromédial (VPM)	Afférences somatiques de la région de la tête	Cortex somatique sensitif
	Corps géniculé médial	Bras du collicule inférieur	Cortex auditif primaire
	Corps géniculé latéral	Tractus optique	Cortex visuel primaire
Association	Latéral dorsal (LD)	Hippocampe	Cortex cingulaire
	Dorsomédial (DM)	Cortex préfrontal, olfactif et limbique	Cortex préfrontal
	Latéral postérieur (LP)/pulvinar	Collicule supérieur, cortex visuel primaire, auditif, et somatosensitif	Cortex associatif pariétal postérieur et cortex temporal latéral
Non spécifique	Intralaminaire (centromédian, parafasciculaire, autres)	Formation réticulée, ganglions de la base, système limbique	Cortex cérébral, corps strié
	Réticulaire	Thalamus et cortex	Thalamus

D'après Mtui E. Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy and Neuroscience. *7th ed., Tableau 27.1. Philadelphia : Elsevier ; 2017.*

fonctionnelles majeures dans les noyaux intralaminaires : rostrale et caudale. Les noyaux intralaminaires rostraux ont des connexions réciproques avec les ganglions de la base et relaient aussi les influx du système activateur réticulaire ascendant. Les noyaux intralaminaires caudaux, qui comprennent le grand noyau centromédian, sont principalement impliqués dans les circuits des noyaux gris centraux.

Le **noyau rétinaculaire du thalamus** est une structure fine, en forme de feuille, le long de la face latérale du thalamus juste en dedans du bras postérieur de la capsule interne (fig. 9.30). À la différence du reste des noyaux thalamiques, le noyau rétinaculaire n'envoie pas de projections au cortex cérébral, mais reçoit des influx des autres noyaux thalamiques et du cortex, qui projettent *a retro* vers le thalamus. Fonctionnellement, cette organisation des influx entrants et sortants, le long des neurones GABA-ergiques du noyau rétinaculaire, lui permet de réguler efficacement l'activité thalamique.

La vascularisation du thalamus provient de branches pénétrantes de l'artère cérébrale antérieure, de l'artère choroïdienne antérieure née de l'artère carotide interne, des artères lenticulostriées nées de l'artère cérébrale moyenne, et des artères thalamoperforantes issues des artères cérébrales postérieures.



Mésencéphale

VUE GLOBALE

Le tronc cérébral est une structure en forme de tige située dans la fosse postérieure du crâne, reliant le cerveau antérieur et la moelle spinale (fig. 9.31). De rostral en caudal, le tronc cérébral comprend le mésencéphale, le pont et la moelle allongée. D'une manière générale, le tronc cérébral a trois fonctions principales : 1) il est un conduit pour les voies ascendantes et descendantes à travers le SNC ; 2) il abrite les noyaux des nerfs crâniens (NC) III à XII (noter que le NC XI est dans la moelle spinale cervicale) ; et 3) c'est l'emplacement des centres réflexes liés à la respiration, à la fonction cardiovasculaire et à la régulation de la conscience. Extérieurement, chaque partie du tronc cérébral a une apparence distincte et des caractéristiques structurelles qui définissent ses nombreux rôles fonctionnels.

MORPHOLOGIE EXTERNE DU MÉSENCÉPHALE

Long d'environ 2 cm, le mésencéphale connecte le cerveau antérieur au pont caudalement et au cervelet en arrière

Figure 9.31 Orientation postérieure du tronc cérébral lors de sa transition vers la moelle spinale. (Source : Nolte J. *The Human Brain*. 7th ed., Fig. 11-1. Philadelphie : Elsevier ; 2016 ; d'après Mettler FA. *Neuroanatomy*. 2nd ed. St. Louis, MO : Mosby ; 1948.)

(fig. 9.32A). Un sillon profond se situe sur la ligne médiane de la face antérieure, la fosse interpédonculaire, et présente de nombreuses perforations superficielles traversées par de petits vaisseaux dirigés vers le plancher de la fosse. De chaque côté de la fosse interpédonculaire se situent les pédoncules cérébraux (fig. 9.32B). Le troisième nerf crânien, le nerf oculomoteur (III), naît de la partie médiale du pédoncule (fig. 9.33A).

Les reliefs les plus proéminents de la face postérieure sont les collicules supérieurs et inférieurs (fig. 9.32A). Entre les collicules inférieurs, le quatrième nerf crânien, le nerf trochléaire (IV), émerge, croise la ligne médiane, et s'enroule autour de la face latérale du mésencéphale (fig. 9.32A). Latéralement, le bras supérieur et le bras inférieur se projettent en direction antérolatérale à partir des collicules supérieurs et inférieurs.

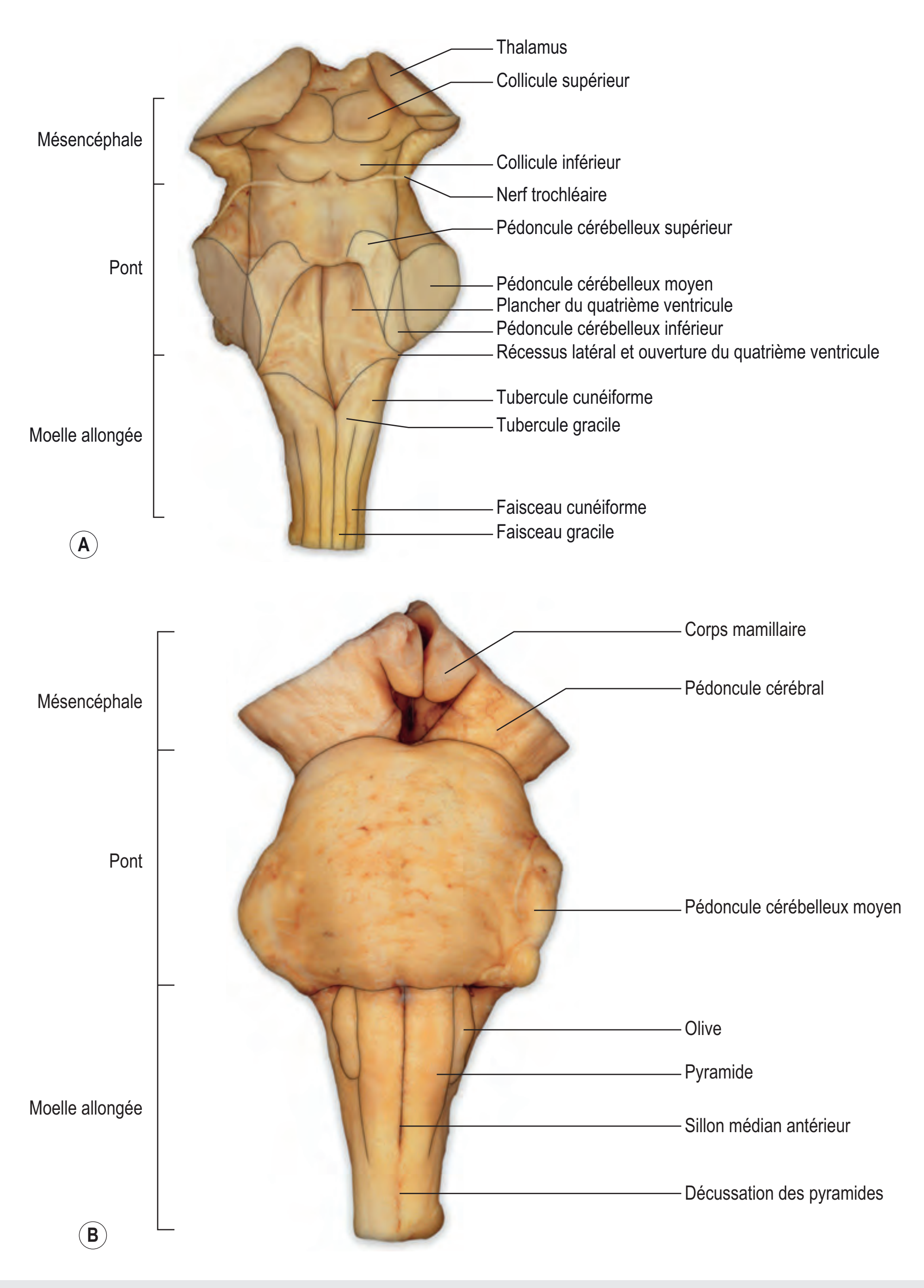


Figure 9.32 A. Vue postérieure du tronc cérébral avec résection du cervelet et de l'encéphale
B. Vue antérieure du tronc cérébral avec résection du cervelet et de l'encéphale. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 9.1. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



Figure 9.33 **A.** Face inférieure du cerveau. **B.** Face inférieure de l'encéphale et face antérieure du tronc cérébral. **C.** Vue ventrale du tronc cérébral avec les émergences des nerfs crâniens du pont et de la moelle allongée soulignées. **D.** Vue ventrale du tronc cérébral soulignant les nerfs crâniens émergeant de la face latérale du pont et de la moelle allongée. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 9.1, 9.3, 10.9, 10.11. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

MORPHOLOGIE EXTERNE DU PONT

En position caudale par rapport au mésencéphale, le pont a une longueur d'environ 2,5 cm et connecte le mésencéphale à la moelle spinale (fig. 9.32B). La ligne médiane de la surface antérieure présente un sillon peu marqué, le sillon basilaire, dans lequel chemine l'artère basilaire (fig. 9.32B). De chaque côté du sillon basilaire, le pont constitue une structure convexe proéminente formée par les très nombreuses fibres qui se dirigent vers le cervelet à travers le pédoncule cérébelleux moyen. Les racines sensitive et motrice du cinquième nerf crânien, le nerf trijumeau (V), émergent de la face antérolatérale du pont (fig. 9.33B). Les nerfs crâniens abducens (VI), facial (VII) et vestibulocochléaire (VIII) émergent du tronc cérébral à la jonction du pont et de la moelle spinale (fig. 9.33C). La surface postérieure du pont est en rapport avec le cervelet et forme le plancher du quatrième ventricule (fig. 9.32A). Le long de la ligne médiane de la face postérieure se situe une bosse proéminente, le collicule facial, qui correspond au relief formé par les fibres du nerf facial qui contournent le noyau du nerf abducens (fig. 9.33C).

MORPHOLOGIE EXTERNE DE LA MOELLE ALLONGÉE

La moelle allongée est la plus longue portion du tronc cérébral, mesurant environ 3 cm de long (fig. 9.32A). À la jonction rostrale de la moelle avec le pont, elle a une forme conique large qui se rétrécit caudalement avant de se poursuivre avec la moelle spinale au niveau du foramen magnum. La fissure médiane antérieure située le long de la ligne médiane sur la face antérieure se poursuit sur la face antérieure de la moelle spinale (fig. 9.33B). Latéralement à la fissure, les pyramides médullaires sont composées de fibres motrices qui descendent du cortex cérébral (fig. 9.33B). En continuant caudalement, les pyramides laissent place à la décussation des pyramides où la majorité des fibres motrices croisent du côté opposé. Latéralement aux pyramides, les olives représentent les reliefs des noyaux olivaires inférieurs sous-jacents. Les radicelles du douzième nerf crânien, le nerf hypoglosse (XII), émergent à la jonction de la pyramide et de l'olive (fig. 9.33D). Les pédoncules cérébelleux inférieurs sont orientés en arrière des olives, et forment une connexion entre le cervelet et la moelle (fig. 9.33D). De rostral en caudal, les radicelles des nerfs crâniens IX (glossopharyngien), X (vague) et XI (spinal accessoire) émergent à la jonction entre l'olive et les pédoncules cérébelleux. Comme le pont, la face postérieure de la moelle allongée forme le plancher du quatrième ventricule (fig. 9.32A). La ligne médiane de la face postérieure de la moelle allongée est marquée par le sillon médian postérieur, qui se poursuit le long de la moelle spinale. De chaque côté du sillon, les tubercules graciles et cunéiformes correspondent aux reliefs des noyaux graciles et cunéiformes (fig. 9.32A).

MORPHOLOGIE INTERNE DU TRONC CÉRÉBRAL

Les structures internes du tronc cérébral peuvent être identifiées par leur localisation dans le tectum (du latin « toit »), le tegmentum (du latin « couvrant »), ou de la base (fig. 9.34). Pour identifier les structures présentes à chaque niveau du tronc cérébral, il est utile d'observer des coupes sériées dont la myéline a été colorée. De cette façon, les groupes de noyaux et les axones myélinisés peuvent être plus facilement distingués les uns des autres.

MORPHOLOGIE INTERNE DU MÉSENCÉPHALE

Le **tectum** est le repère le plus évident du mésencéphale, car il comprend les collicules supérieurs proéminents, les collicules inférieurs et l'aqueduc du cerveau sous-jacent. Du fait de la courte longueur du mésencéphale, les coupes sériées colorées comprennent généralement soit les collicules supérieurs, qui sont situés rostralement, soit les collicules inférieurs, qui sont caudaux. En plus des collicules supérieurs, une coupe rostrale du mésencéphale contient des noyaux volumineux comme les noyaux oculomoteurs, les **noyaux d'Edinger-Westphal**, les **noyaux rouges**, les **noyaux mésencéphaliques du nerf crânien V** (trijumeau) et la **substance noire** (fig. 9.35). Sur les coupes caudales du mésencéphale sont visibles les collicules inférieurs, les noyaux trochléaires, les noyaux mésencéphaliques du nerf crânien V (trijumeau) et la substance noire (fig. 9.36).

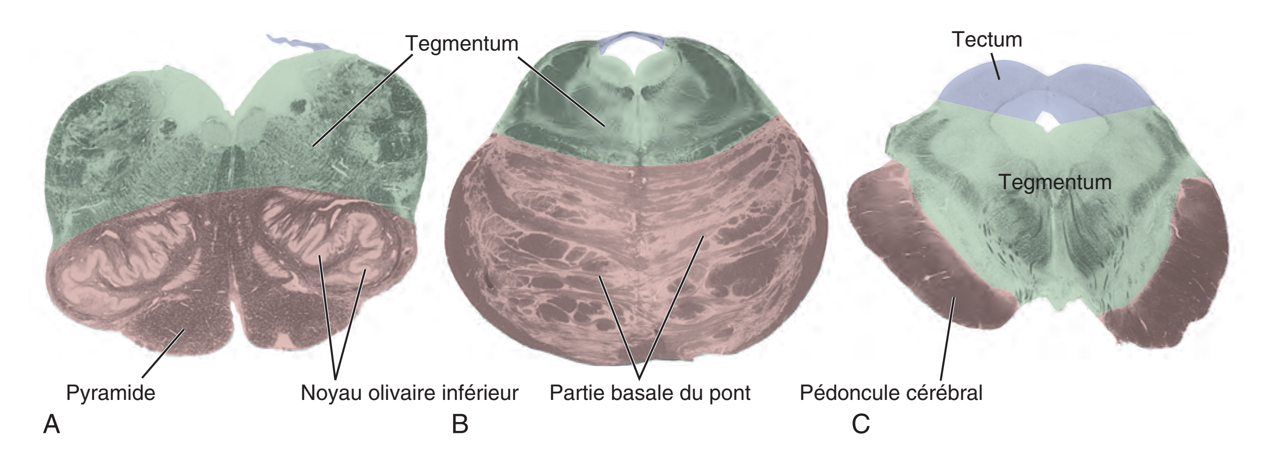
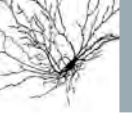


Figure 9.34 Coupes transversales du tronc cérébral : parties rostrales de la moelle allongée (**A**), du pont (**B**) et du cerveau antérieur (**C**). Bien que le tegmentum soit présent à tous les niveaux du tronc cérébral, le toit ne peut être vu que dans le mésencéphale. (Source : Nolte J. *The Human Brain.* 7th ed., Fig. 11-5. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)



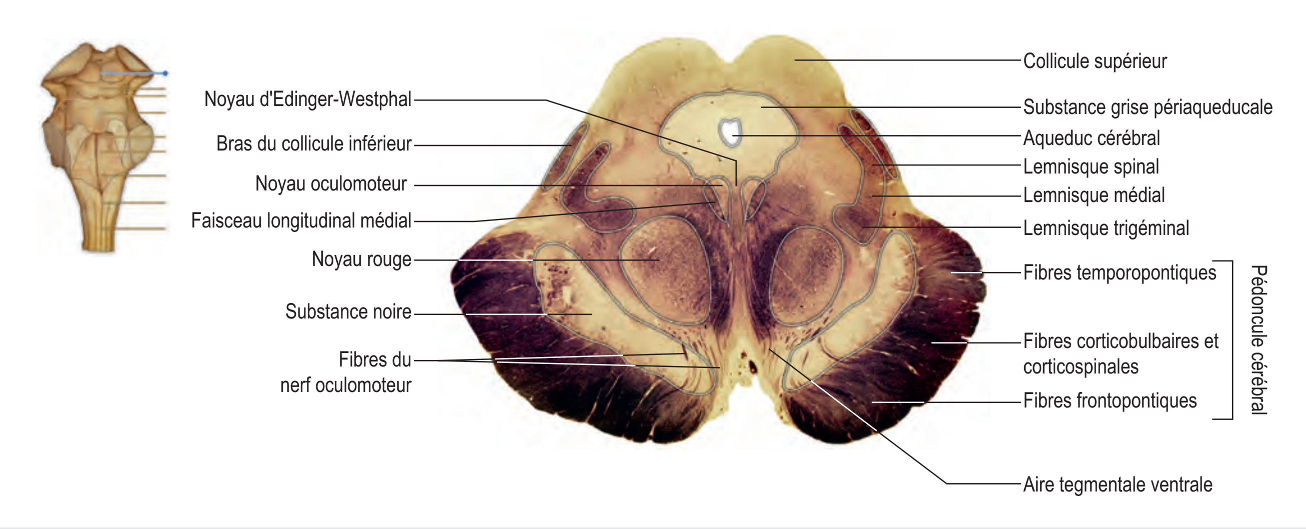


Figure 9.35 Partie rostrale du mésencéphale. Coupe transversale du mésencéphale rostral au niveau du collicule supérieur. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 9.13. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

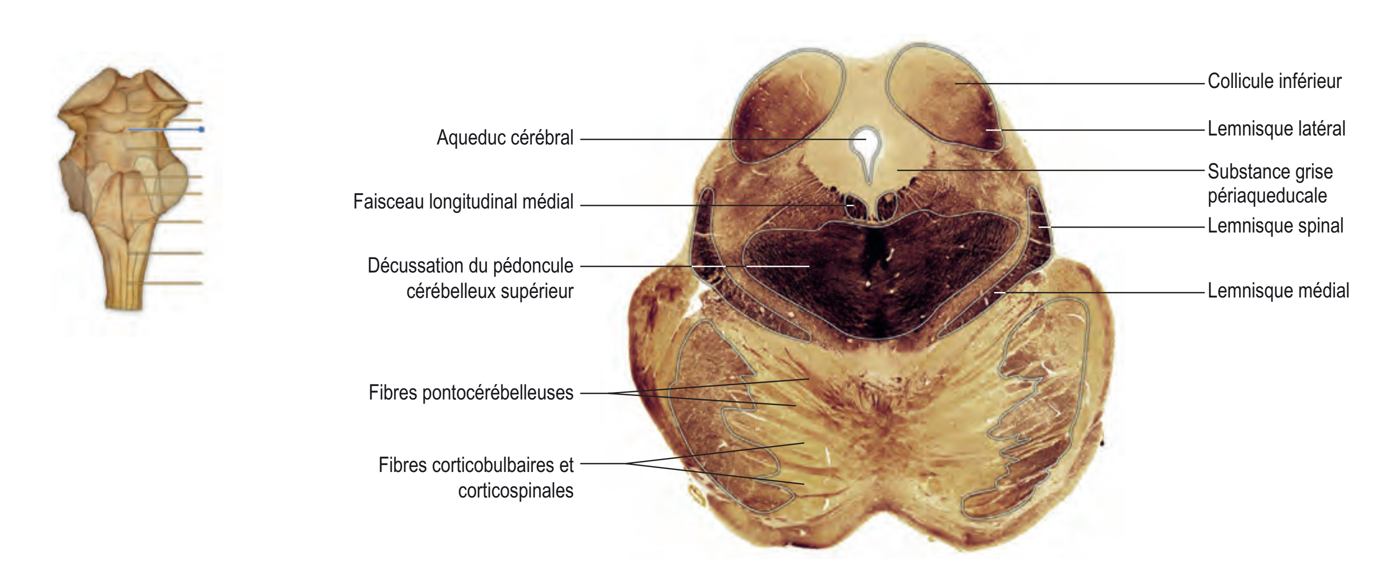


Figure 9.36 Jonction pontomésencéphalique. Coupe transversale au niveau de la jonction pontomésencéphalique. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 9.11. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

MORPHOLOGIE INTERNE DU PONT

Les coupes rostrales du pont sont importantes pour montrer les noyaux pontiques et les multiples fibres pontocérébelleuses orientées transversalement et dirigées vers le cervelet controlatéral. Les fibres corticospinales longitudinales sont dispersées parmi ces axones qui cheminent horizontalement (fig. 9.37). En arrière de ce groupe de faisceaux de fibres, le **lemnisque médial** est orienté horizontalement, et forme une structure limitrophe entre la partie basale et la partie terminale du pont (fig. 9.37). Au bord latéral du lemnisque médial, le **tractus spinothalamique** peut être vu, car il est au contact du pédoncule cérébelleux (fig. 9.37). Près de la ligne médiane, le **faisceau longitudinal médial** se trouve juste ventral à la substance grise périaqueducale.

Au niveau moyen du pont, les pédoncules cérébelleux supérieurs forment les parois latérales du quatrième ventricule qui s'élargit (fig. 9.38). À ce même niveau, les pédoncules cérébelleux moyens, proéminents, peuvent être observés, le long du noyau moteur et des principaux noyaux sensitifs du V[e] nerf crânien, le nerf trijumeau.

Dans la partie caudale du pont, le **noyau abducens** est situé juste latéralement au faisceau longitudinal médial (fig. 9.39). Le noyau vestibulaire médial est également présent sur cette coupe, associé aux noyaux cochléaires antérieur et postérieur.

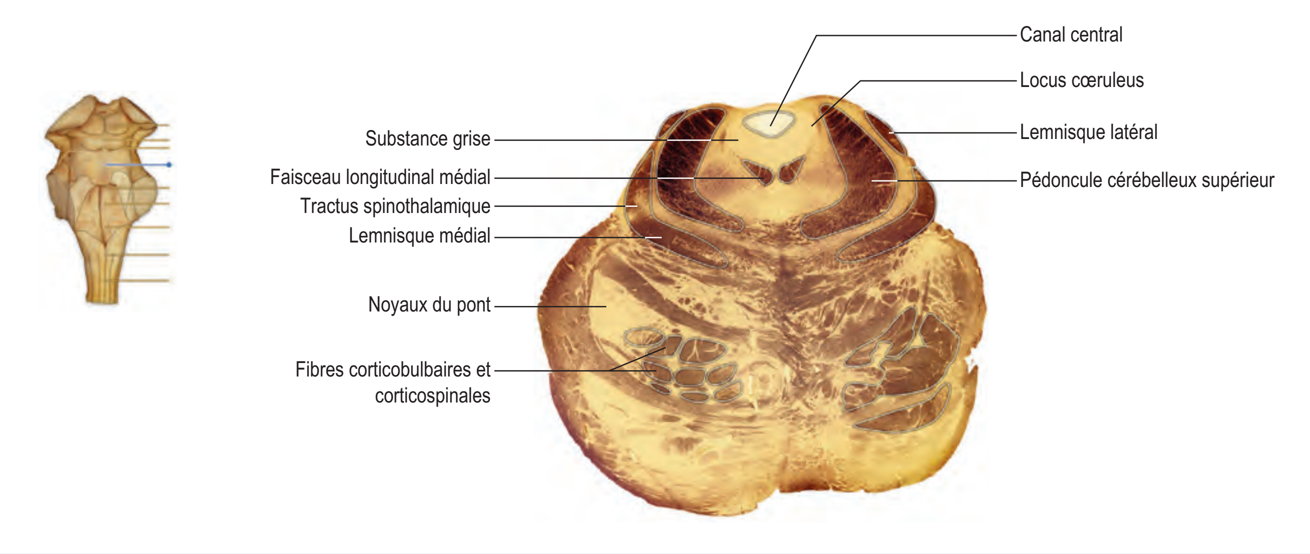


Figure 9.37 Partie rostrale du pont. Coupe transversale du pont rostral. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 9.10. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

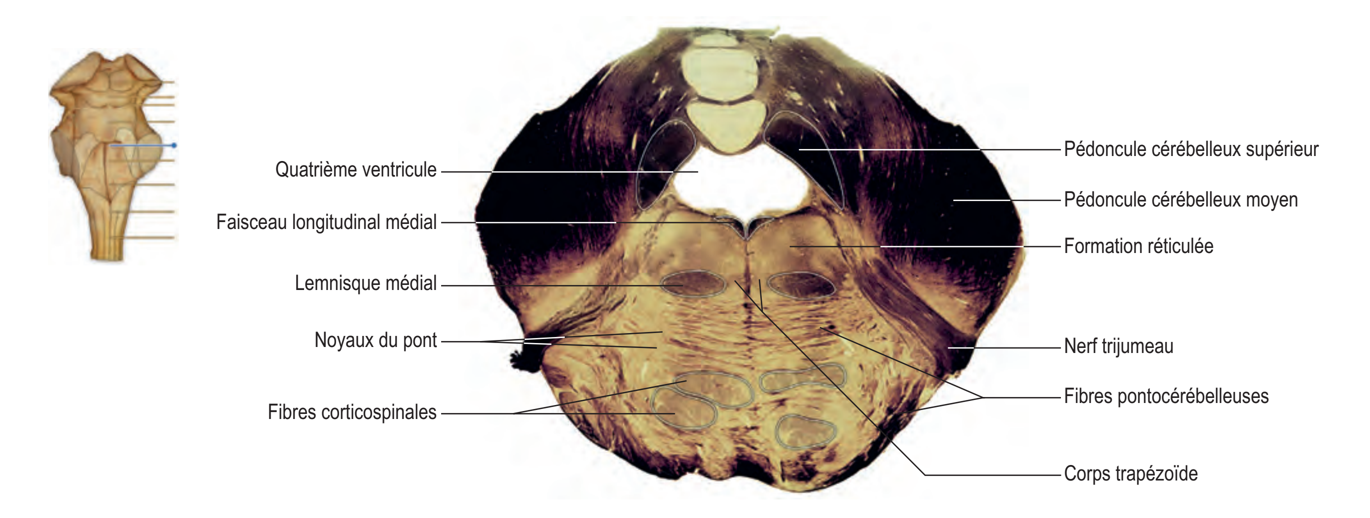


Figure 9.38 Partie moyenne du pont. Coupe transversale au niveau du nerf trijumeau. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 9.9. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

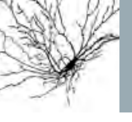
MORPHOLOGIE INTERNE DE LA MOELLE ALLONGÉE

De rostral en caudal, les structures internes de la moelle seront brièvement décrites à trois niveaux : 1) niveau du noyau olivaire inférieur, 2) décussation des fibres arquées internes, et 3) décussation des pyramides.

Les noyaux visibles sur une coupe passant par le noyau olivaire inférieur comprennent les noyaux des nerfs crâniens VIII (vestibulocochléaire), IX (glossopharyngien), X (vague), XI (spinal accessoire) et XII (hypoglosse) (fig. 9.40). À ce niveau, le lemnisque médial garde une position verticale immédiatement adjacente à la ligne médiane. Le faisceau longitudinal médial et le noyau hypoglosse sont en position dorsale par rapport au lemnisque médial. Une grande structure à ce niveau rostral correspond au **pédoncule cérébelleux inférieur**, orienté latéralement, qui gagne le cervelet en arrière.

En continuant caudalement au niveau des fibres arquées internes, la face dorsale de la moelle allongée comprend le **noyau gracile** en dedans, suivi par le **noyau cunéiforme et spinal du trijumeau** latéralement. En avant des noyaux cunéiforme et gracile, leurs neurones décussent comme les fibres arquées internes pour former le lemnisque médial proche de la ligne médiane de la moelle allongée. Latéralement aux fibres arquées internes et en avant du tractus trigéminospinal, les tractus spinocérébelleux et antérolatéral peuvent être observés le long de la périphérie de la moelle allongée (fig. 9.41).

Avant de cheminer dans la moelle spinale, la **décussation des pyramides** peut être vue le long de la ligne médiane de la moelle allongée caudale (voir fig. 9.36). En arrière de ces fibres qui décussent, les noyaux gracile et



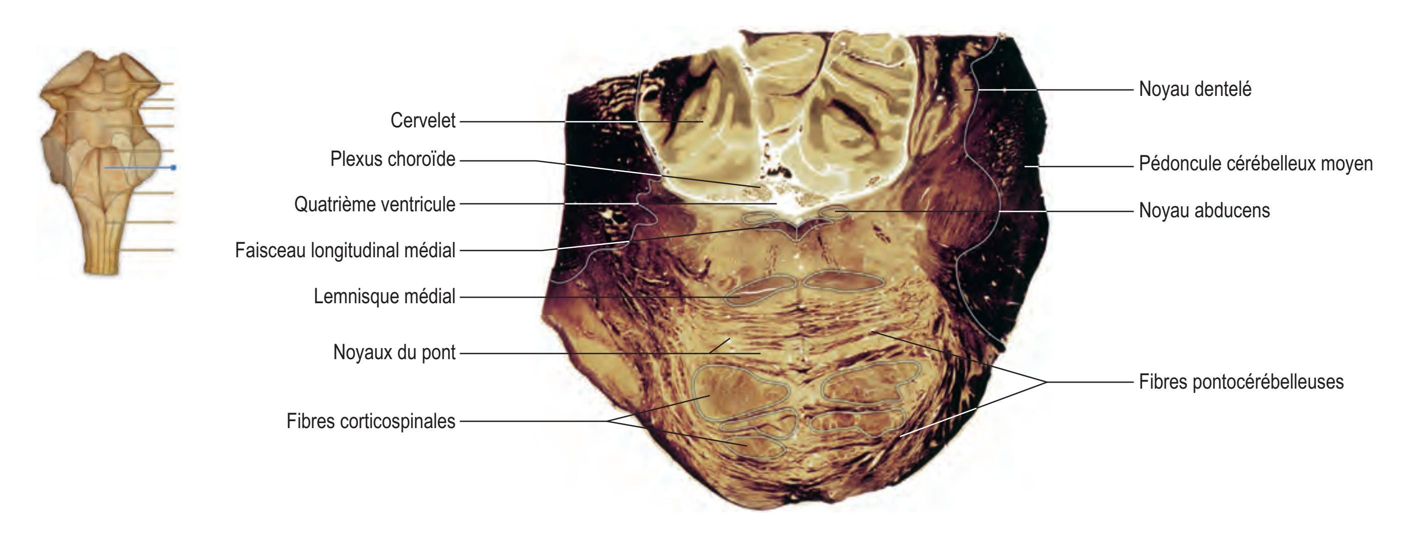


Figure 9.39 Partie caudale du pont. Coupe transversale. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 9.8. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

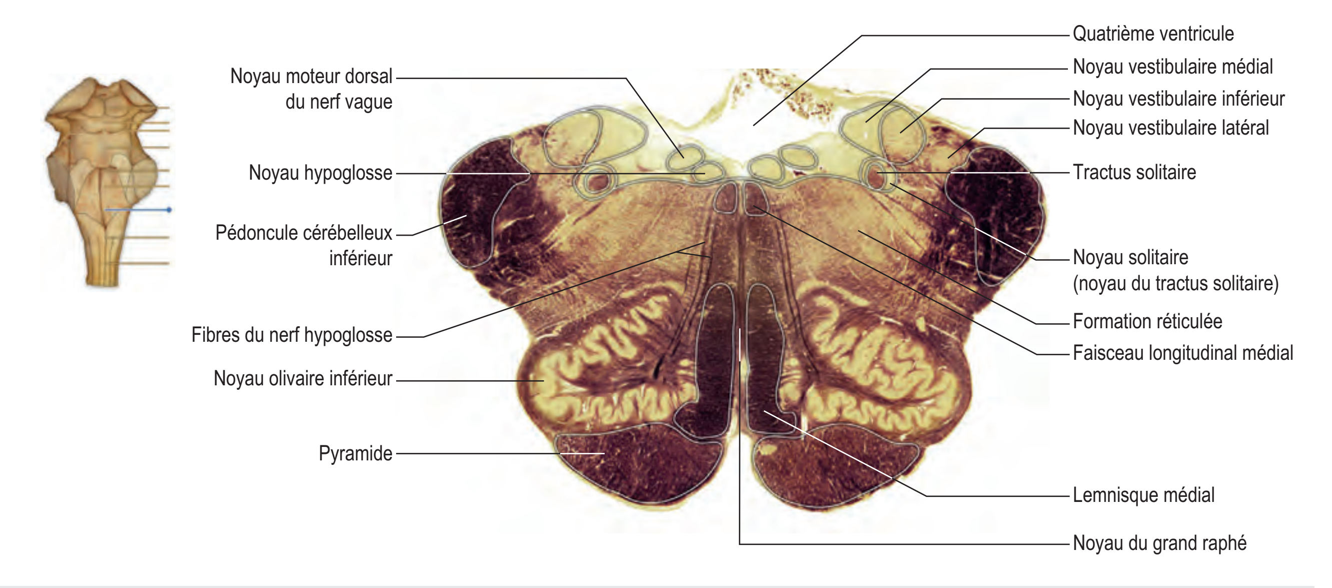


Figure 9.40 Partie rostrale de la moelle allongée. Coupe transversale au niveau du noyau olivaire inférieur. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 9.7. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

cunéiforme commencent à apparaître alors que leurs fascicules se poursuivent rostralement. Noter que le noyau spinal accessoire (NC XI) est situé dans la moelle spinale et non dans la moelle allongée.

VASCULARISATION DU TRONC CÉRÉBRAL

La vascularisation du tronc cérébral, et des autres structures de la fosse crânienne postérieure, est apportée par les branches des artères du système vertébrobasilaire. Comme cela a été mentionné dans le paragraphe « Vascularisation cérébrale », le système vertébrobasilaire commence de chaque côté avec les artères vertébrales, qui proviennent des artères subclavières et montent à travers les foramens transversaires des vertèbres C6 à C2 dans le cou. À la jonction pontomédullaire, les artères vertébrales s'unissent pour former l'**artère basilaire**, unique. L'artère basilaire continue rostralement et se termine en se divisant en deux artères cérébrales postérieures à la jonction pontomésencéphalique.

Avant de former l'artère basilaire, chaque artère vertébrale donne une **artère cérébelleuse inférieure postérieure** (ACIP) et une **artère spinale postérieure**, et contribue à la formation de l'**artère spinale antérieure** (fig. 9.42). L'ACIP vascularise la partie latérale de la moelle allongée et la por-

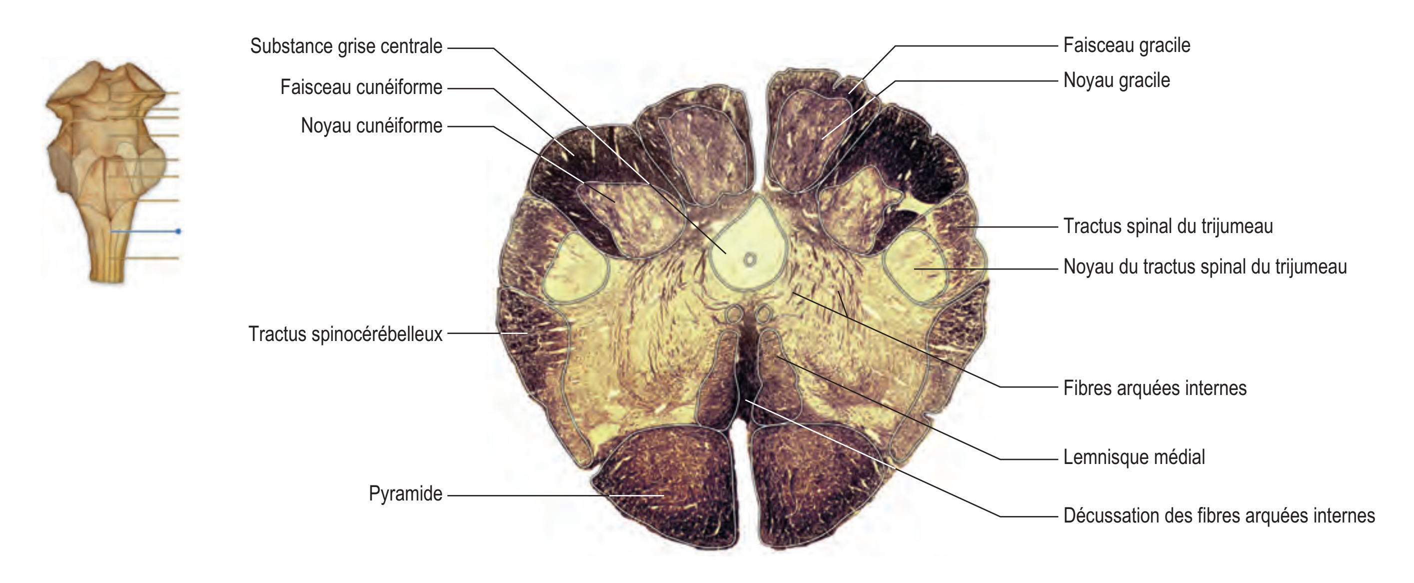


Figure 9.41 Partie moyenne de la moelle allongée. Coupe transversale au niveau de la décussation des fibres internes arquées. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 9.6. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

Figure 9.42 Cercle artériel du cerveau (de Willis). Branches artérielles de la face inférieure du cerveau, qui forment le cercle artériel du cerveau (de Willis). (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 7.2. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



tion inférieure du cervelet. Les parties médiales et postérieures reçoivent leur vascularisation des branches paramédianes des artères vertébrales et spinales antérieures.

Au niveau caudal du pont, l'**artère cérébelleuse inférieure antérieure** (ACIA) naît de l'artère basilaire et irrigue la partie caudale du pont (fig. 9.43A). Les parties rostrales du pont latéral sont vascularisées par les branches circonférentielles de l'artère basilaire (fig. 9.43A,B). Les portions médiales du pont sont vascularisées par les branches paramédianes de l'artère basilaire alors qu'elle se dirige rostralement vers le mésencéphale.

Juste avant le mésencéphale, les **artères cérébelleuses supérieures** naissent de l'artère basilaire et irriguent les pédoncules cérébelleux supérieurs et la partie caudale du mésencéphale dorsal avant d'atteindre la portion supérieure des hémisphères cérébelleux. Les branches paramédianes de l'artère basilaire vascularisent la partie médiale du mésencéphale (fig. 9.43C). Les branches terminales qui naissent de la partie supérieure de l'artère basilaire sont les artères cérébrales postérieures, qui vascularisent la partie latérale du mésencéphale avant d'atteindre le thalamus, les lobes occipital médial et temporal inférieur (fig. 9.43C,D).

A
B
C
D

Aire vascularisée par :

A. vertébrale
A. basilaire
A. cérébrale postérieure
A. antérieure spinale
A. spinale postérieure
A. cérébelleuse inférieure postérieure
A. cérébelleuse inférieure antérieure
A. cérébelleuse supérieure
A. communicante postérieure

Figure 9.43 Réseau de distribution des artères du tronc cérébral. (Source : Nolte J. *The Human Brain.* 7th ed., Fig. 11-30C-F. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

Moelle spinale

VUE GLOBALE

La moelle spinale est en continuité avec la moelle allongée dans le foramen magnum à la base du crâne. De forme cylindrique, elle occupe le canal vertébral de la colonne vertébrale jusqu'au niveau LI-LII chez l'adulte (fig. 9.44). De nombreux tractus axonaux cheminent dans la moelle spinale et sont connectés avec le cerveau pour transporter des informations sensitives (afférentes) et motrices (efférentes) pour faciliter les mouvements, les réflexes, les sensibilités et les mécanismes de rétrocontrôle.

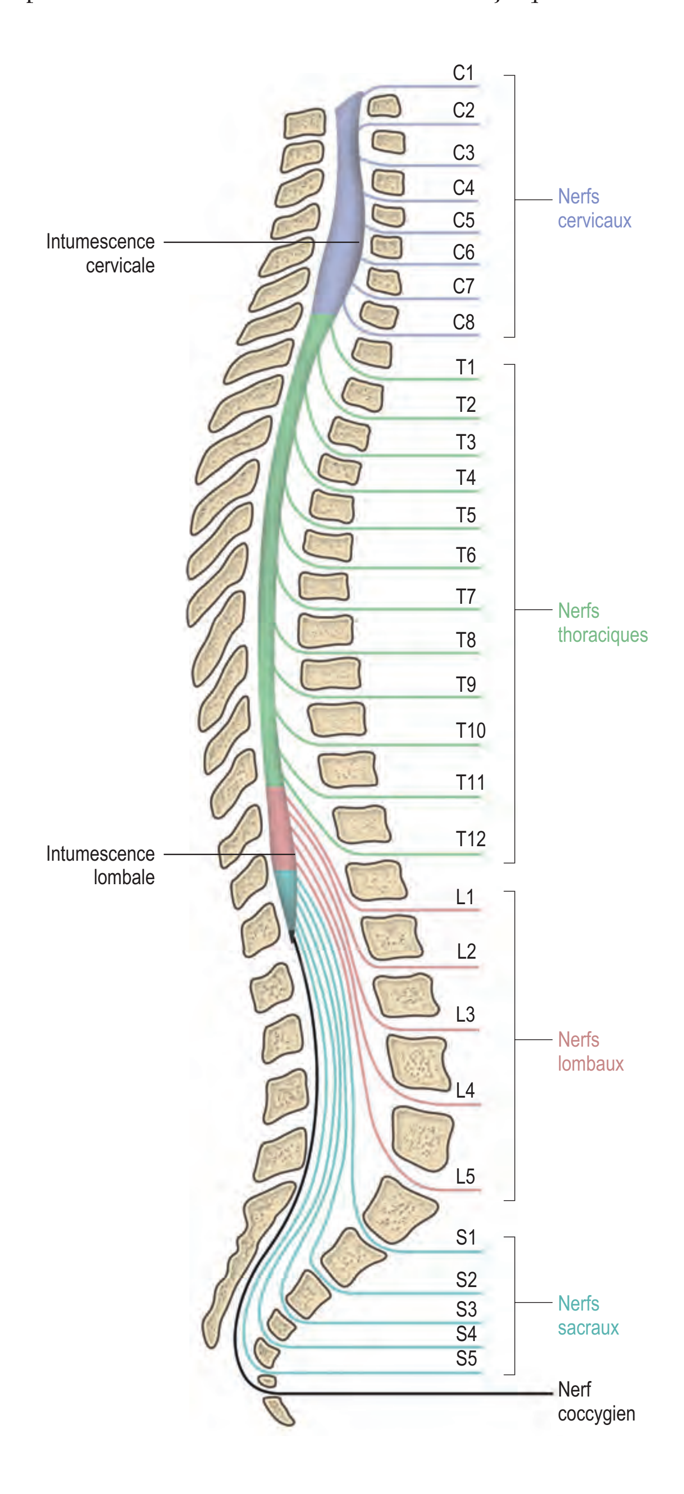


Figure 9.44 Rapports de la colonne vertébrale avec les segments de la moelle spinale et les nerfs spinaux. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.3. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



MÉNINGES SPINALES

Comme le cerveau, la moelle spinale est entourée par trois méninges concentriques : la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère. La **dure-mère spinale** est en continuité avec la couche interne de la dure-mère crânienne et se prolonge en bas jusqu'à la face postérieure du corps vertébral de SII (fig. 9.45). Elle est séparée du canal vertébral osseux par l'**espace épidural/extradural** (fig. 9.45). De plus, à la différence de la cavité crânienne, l'arachnoïde n'est pas fortement adhérente à la dure-mère, et il existe un espace potentiel appelé **espace sous-dural**.

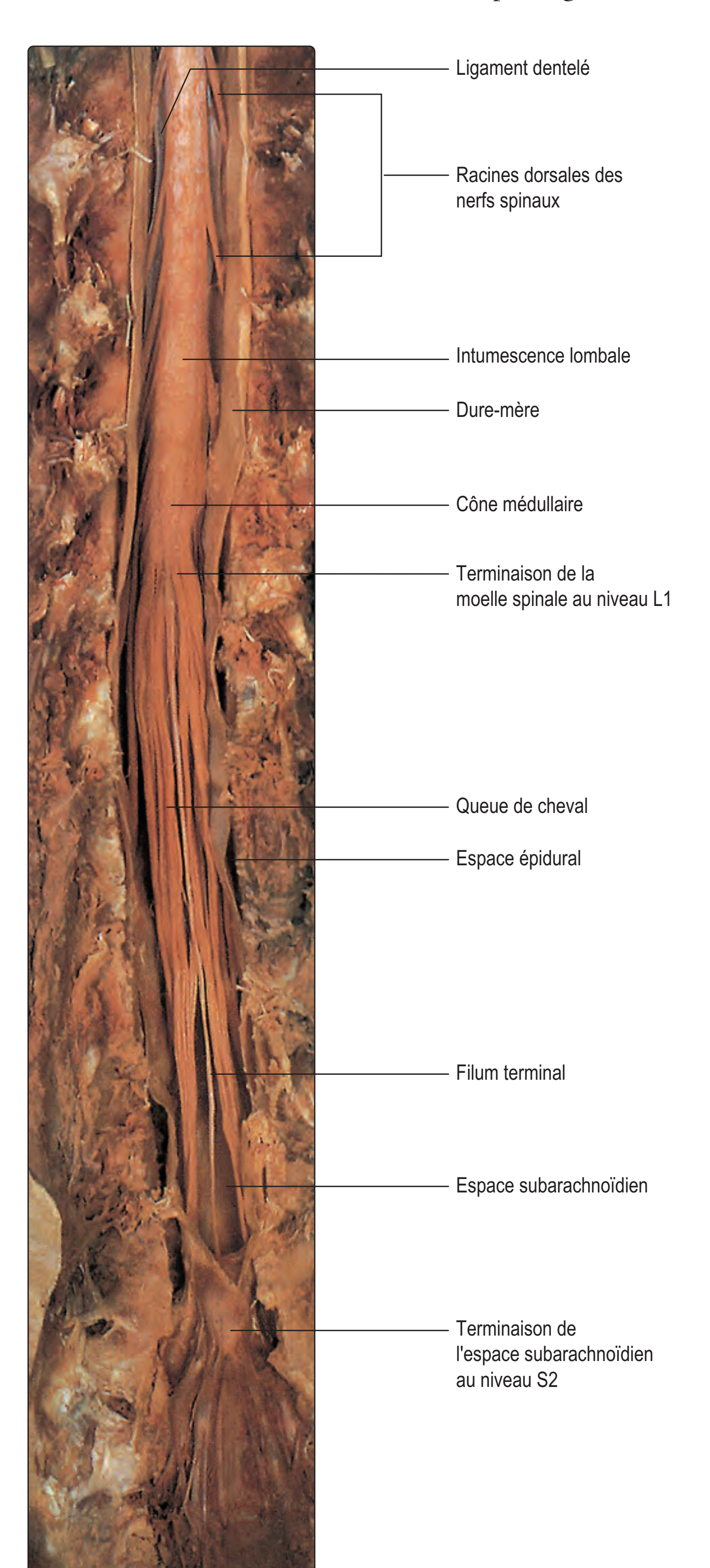


Figure 9.45 Vue postérieure de la moelle spinale caudale au niveau T9-T10. La dure-mère et l'arachnoïde ont été sectionnées longitudinalement et réclinées pour exposer la moelle spinale et les racines nerveuses, ainsi que la queue de cheval, dans l'espace subarachnoïdien. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.4. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

Bien que l'**arachnoïde de la moelle spinale** soit moins adhérente à la dure-mère que dans la cavité crânienne, la structure de cette couche arachnoïdienne est la même (fig. 9.46A). L'**espace subarachnoïdien** créé par l'arachnoïde non adhérente et la pie-mère sous-jacente s'étend en bas jusqu'au niveau de la vertèbre SII (fig. 9.45). Du fait de la terminaison de la moelle spinale au niveau vertébral LI-LII, ce point de terminaison de l'espace subarachnoïdien crée un espace grand et sûr pour accéder au LCS en pratique clinique (fig. 9.45).

La **pie-mère** constitue la couche la plus profonde, richement vascularisée, au contact de la surface de la moelle spinale. La pie-mère forme un feuillet continu souple entre les racines antérieures et postérieures, le **ligament dentelé** (fig. 9.46B). Des projections du ligament dentelé se développent autour des radicelles postérieures et antérieures, à travers l'arachnoïde, et constituent des attaches sur la dure-mère. Ces fines attaches maintiennent la moelle spinale en position centrale dans l'espace subarachnoïdien.

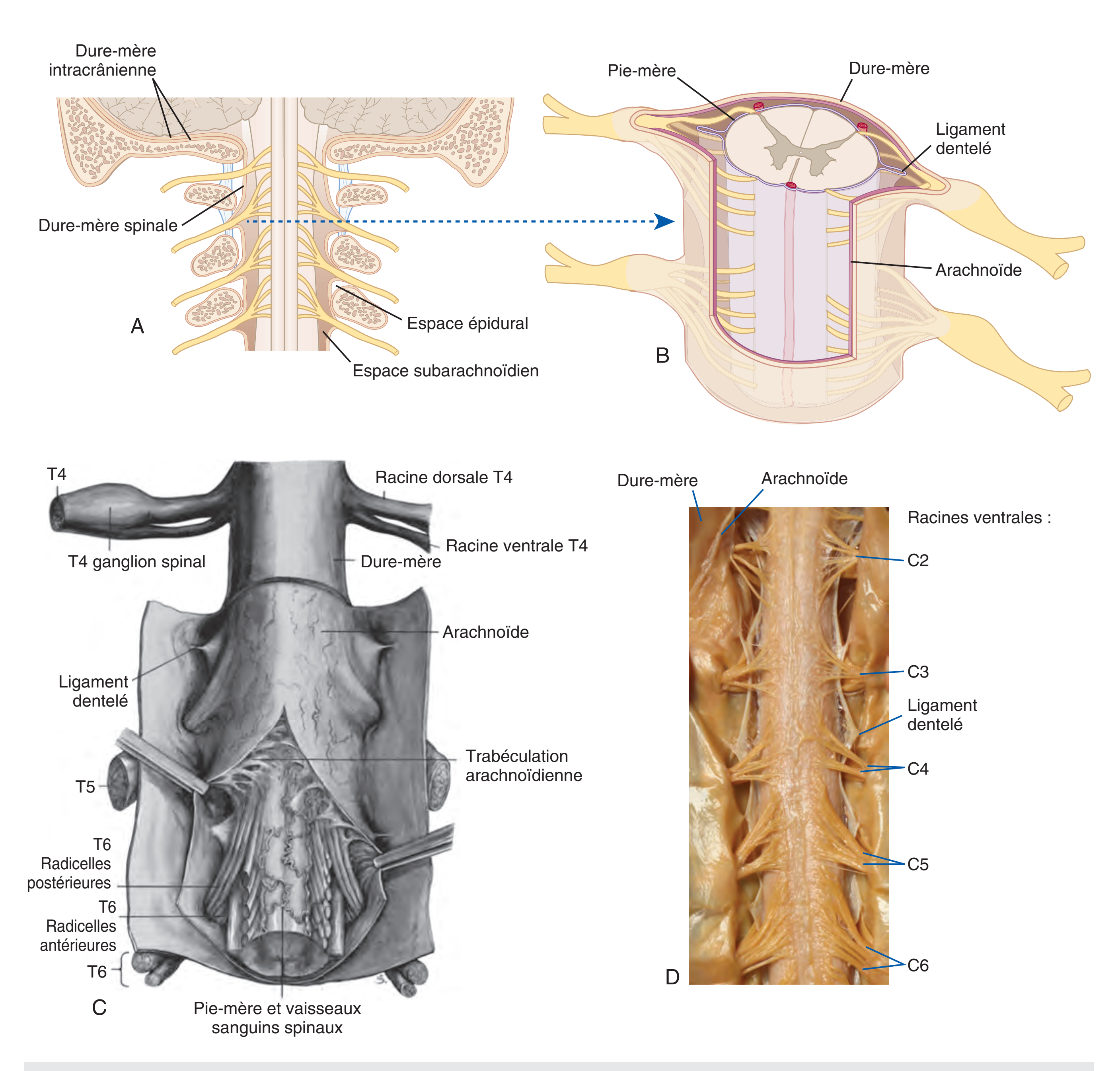


Figure 9.46 Méninges spinales de la moelle spinale dans le canal vertébral. Les ligaments dentelés s'étendent à partir de la pie-mère et traversent l'arachnoïde pour amarrer la moelle spinale dans la gaine durale. (Source : Nolte J. *The Human Brain,* 7th ed., Fig. 4-13A et B. Fig. A et B modifiées d'après Nolte J. *Elsevier's Integrated Neuroscience.* Philadelphie : Mosby/Elsevier ; 2007.)

MORPHOLOGIE EXTERNE

Les faces antérieures et postérieures de la moelle spinale présentent plusieurs fissures et sillons longitudinaux. Le long de la ligne médiane de la face antérieure de la moelle spinale se dessine une profonde séparation, la **fissure antérieure médiane** (fig. 9.47). En arrière, la moelle spinale présente une ligne de séparation peu profonde, le **sillon postérieur médian**, qui est longé de chaque côté par le **sillon postérolatéral** (fig. 9.47). Une série de radicelles émergent de la moelle spinale et s'unissent pour former les racines antérieures et postérieures du niveau médullaire correspondant (fig. 9.48). Ces racines antérieures et postérieures convergent pour former 31 paires de nerfs spinaux (fig. 9.44). Deux régions de la moelle spinale sont élargies et correspondent aux nombreux neurones qui vont innerver les membres supérieurs et inférieurs. L'intumescence cervicale s'étend de C5 à T1, et contient les neurones destinés aux membres supérieurs, et l'intumescence lombale s'étend de L2 à S3 et contient les neurones destinés aux membres inférieurs (fig. 9.44).

MORPHOLOGIE INTERNE

Une coupe transversale de la moelle spinale dévoile une substance grise profonde en forme de H formée de corps cellulaires de neurones, et une substance blanche périphérique composée d'axones myélinisés. Les cornes ventrales ou antérieures de la substance grise contiennent les corps cellulaires des neurones moteurs, alors que les cornes dorsales ou postérieures contiennent des corps de cellules qui reçoivent les informations sensitives (fig. 9.47). Un renflement de la portion latérale de la substance grise, nommé **colonne intermédiaire**, peut être observé dans la région T1 à L2 de la moelle spinale (fig. 9.49). Cette région s'élargit pour contenir les corps cellulaires préganglionnaires du système nerveux sympathique. Pour définir plus précisément la cytoarchitecture de la substance grise, elle est divisée en 10 zones appelées **lames spinales (de Rexed)** (fig. 9.50). Ces couches seront décrites selon leurs relations avec les faisceaux ascendants et descendants de la moelle spinale.

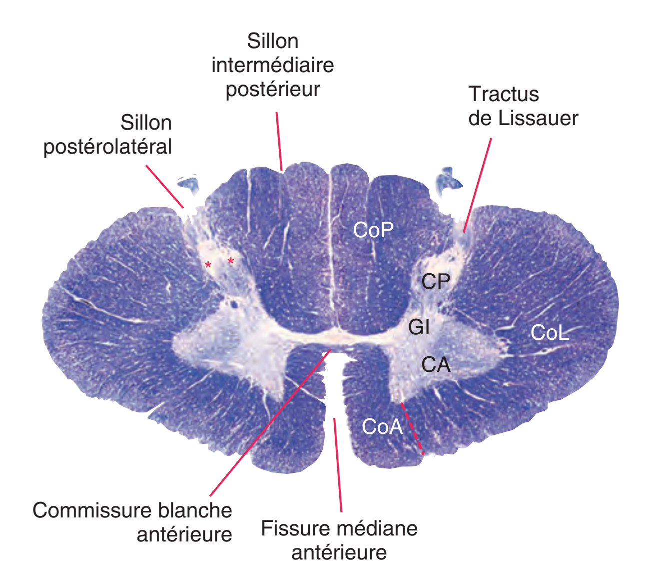


Figure 9.47 Coupe de la moelle spinale par le huitième segment cervical. CA : corne antérieure ; CoA : cordon antérieur ; CoL : cordon latéral ; CoP : cordon postérieur ; CP : corne postérieure ; GI : substance grise intermédiaire ; les astérisques indiquent la substance gélatineuse. (Source Nolte J. *The Human Brain.* 7th ed., Fig. 10-7A. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

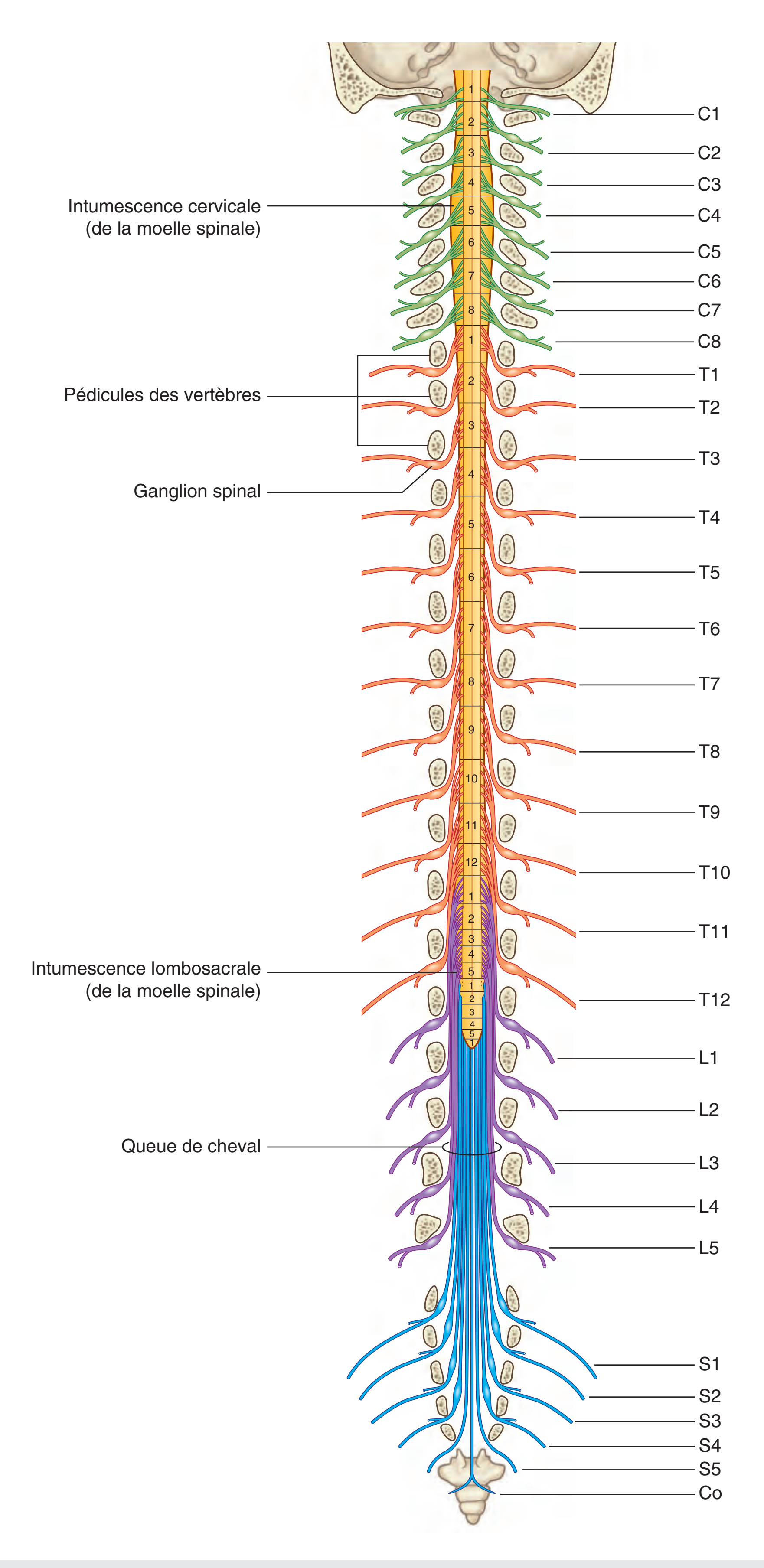
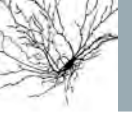


Figure 9.48 Vue postérieure de la moelle spinale dans le canal vertébral. Les racines postérieures peuvent être vues s'engageant dans le nerf spinal. La racine postérieure et la racine antérieure (non vue) contribuent toutes les deux à la constitution du nerf spinal. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.4. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



C3 RD FG FC L SG

T10 FG L IL C SG

Taille réelle

C5 FG FC L SG

L2 FG L C SG

C8 RD FG FC L SG

L5 FG RD L SG

Taille réelle

T5 RD FG L C IL SG

S4 FG L SG

Figure 9.49 Coupes de la moelle spinale réalisées aux niveaux cervical, thoracique, lombal et sacral. Noter le changement de forme des cornes antérieures et postérieures aux différents niveaux. C : noyau de Clarke ; FC : faisceau cunéiforme ; FG : faisceau gracile ; IL : colonne cellulaire du noyau intermédiolatéral ; L : tractus de Lissauer ; RD : racine dorsale ; SG : substance gélatineuse. (Source : Nolte J. *The Human Brain.* 6th ed., Fig. 10.8. Philadelphie : Elsevier ; 2009.)

Le cordon antérieur de la moelle spinale est formé par des axones moteurs, alors que le cordon postérieur contient des axones qui conduisent les informations sensitives (fig. 9.47). Le cordon latéral contient un mélange d'axones moteurs et sensitifs.

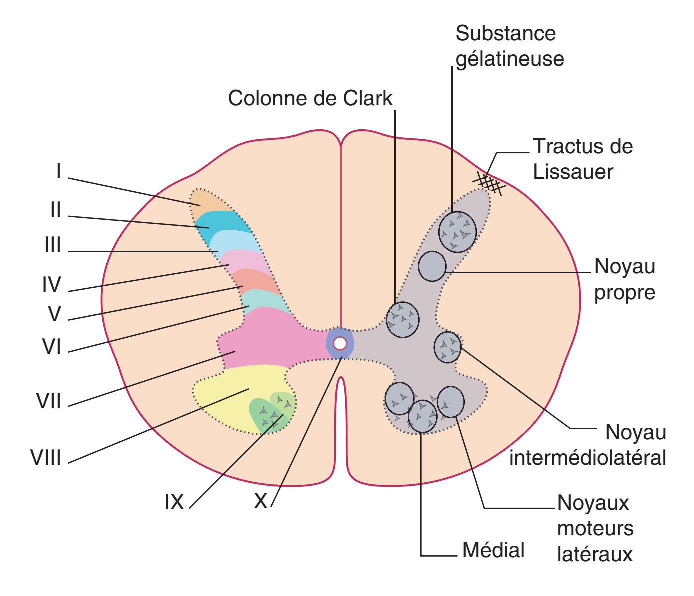


Figure 9.50 Lames spinales de Rexed. Cytoarchitecture de la substance grise de la moelle spinale. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 15.3. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

FAISCEAUX ASCENDANTS DE LA MOELLE SPINALE

Une information sensitive provenant d'un récepteur sensitif périphérique pénètre dans le SNC et est conduite par une série de neurones qui font synapse avec les cibles de la moelle spinale, du cortex cérébral et d'autres structures du cerveau. Les types de sensibilités portées par ces voies incluent la douleur, la température, le toucher et la proprioception. La perception consciente des informations sensitives est transmise par les voies nerveuses qui gagnent la région somatosensitive du cortex cérébral. En plus des influx de la sensibilité consciente, il existe des influx de la sensibilité subconsciente qui sont transmis vers d'autres structures comme le cervelet. Pour simplifier, nous décrirons dans cette section les voies de la sensibilité qui concernent la perception consciente, et les voies de la sensibilité subconsciente seront étudiées avec le cervelet.

Deux voies somatosensitives sont ascendantes dans la moelle spinale pour gagner le cortex : 1) les voies antérolatérales, qui conduisent les sensations de douleur, de température et de tact grossier ; et 2) la colonne postérieure-voie lemniscale médiale, qui conduit les sensations de tact fin ou discriminatif, de vibration et de proprioception consciente (fig. 9.51). Ces deux voies transmettent les informations par trois neurones. Nous présentons les voies antérolatérales en premier.

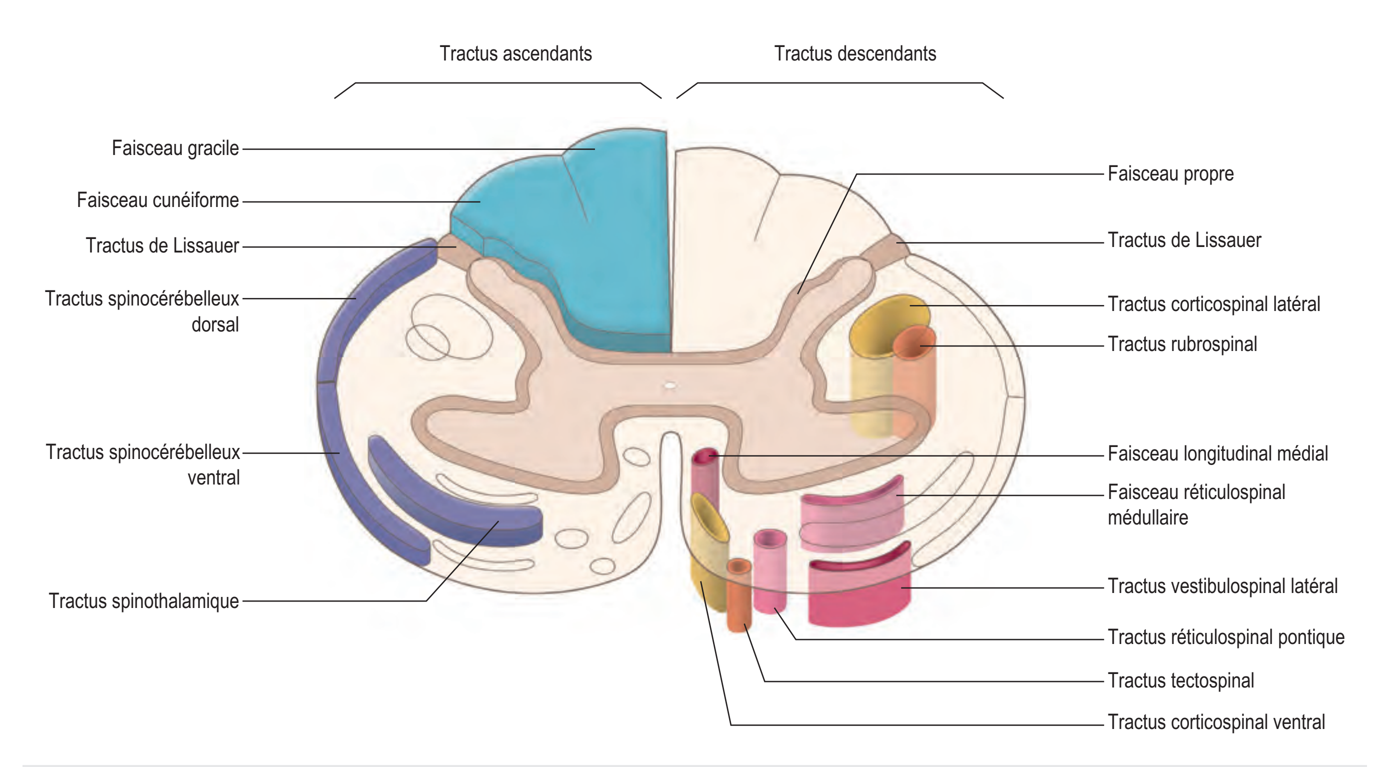


Figure 9.51 Tractus de la moelle spinale. Les tractus ascendants et descendants sont présents des deux côtés. Pour plus de clarté, les tractus ascendants sont présentés à gauche et les tractus descendants sont montrés sur le côté droit. Noter que le tractus de Lissauer et le faisceau propre ont tous les deux des fibres ascendantes et descendantes. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.15. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



Voies antérolatérales

Les voies antérolatérales sont composées de trois tractus : **spinothalamique**, **spinoréticulaire** et **spinomésencéphalique**. Des formes différentes de douleur sont véhiculées par le tractus spinothalamique, dont nous allons suivre le trajet des neurones en premier. Le corps cellulaire du neurone de premier ordre du tractus spinothalamique est situé dans le ganglion (fig. 9.52).

Les axones pénètrent dans la racine postérieure pour gagner la corne postérieure. À ce niveau, les axones peuvent suivre deux trajets : certains font un relais synaptique immédiat avec les neurones de deuxième ordre dans la substance grise (lames I et V), et les autres sont des axones collatéraux qui montent ou descendent d'un ou de deux segments de la moelle spinale dans le tractus postérolatéral de Lissauer avant de faire synapse avec les neurones de deuxième ordre dans la substance grise (fig. 9.51). Les axones de deuxième ordre croisent alors obliquement dans deux ou trois

Figure 9.52 Tractus antérolatéral spinothalamique. Les voies somatosensitives transportant les sensations de douleur, de température et de tact grossier. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.17. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

segments de la moelle spinale dans la commissure antérieure de la moelle pour rejoindre le tractus antérolatéral dans le côté opposé (fig. 9.52). Ces neurones de deuxième ordre montent dans le SNC pour gagner les corps cellulaires des neurones de troisième ordre dans le noyau ventral postérolatéral du thalamus (fig. 9.52). Les axones des neurones de troisième ordre se projettent ensuite à travers le bras postérieur de la capsule interne pour atteindre le cortex somatosensitif primaire (fig. 9.52).

Les tractus spinoréticulaire et mésencéphalique ont un trajet initial similaire au tractus spinothalamique. La différence principale est la structure cible des axones de deuxième ordre. Le tractus spinoréticulaire ne se projette pas sur le thalamus comme le tractus spinothalamique, mais il gagne la formation réticulaire dans le tronc cérébral pour convoyer les aspects émotionnels et d'éveil de la douleur (fig. 9.52), et le tractus spinomésencéphalique se projette sur la substance grise périaqueducale et les collicules supérieurs du mésencéphale pour la modulation centrale de la douleur (fig. 9.52).

Colonne postérieure-voie lemniscale médiale

Les corps cellulaires des neurones de premier ordre de la colonne postérieure-voie lemniscale sont situés dans le ganglion spinal médial (fig. 9.53). Les axones entrent ensuite dans la moelle spinale par la racine postérieure pour s'engager soit dans le faisceau gracile (faisceau fin), qui conduit les informations provenant du membre inférieur et du tronc, soit dans le faisceau cunéiforme («en forme de coin»), qui transporte les informations provenant du membre supérieur et du cou. Ces axones de premier ordre montent ensuite dans la partie homolatérale de la partie caudale de la moelle allongée, et font synapse avec les corps cellulaires des neurones de deuxième ordre dans les noyaux gracile et cunéiformes (fig. 9.53). Ces axones des neurones de deuxième ordre croisent alors la ligne médiane comme les fibres arquées internes pour former le lemnisque médial dans la partie controlatérale de la moelle allongée (fig. 9.53). Ces axones de deuxième ordre montent dans le tronc cérébral pour gagner les corps cellulaires des neurones de troisième ordre dans le noyau ventral postérolatéral du thalamus (fig. 9.53). Les axones des neurones de troisième ordre se projettent ensuite à travers le bras postérieur de la capsule interne pour atteindre le cortex somatosensitif primaire (fig. 9.53).

VOIES DESCENDANTES DE LA MOELLE SPINALE

Les voies descendantes dans la moelle spinale sont mises en jeu dans les mouvements volontaires, les mouvements posturaux, et la coordination des mouvements de la tête, du cou et des yeux. Ces voies naissent dans le cortex cérébral et le tronc cérébral et sont influencées par les influx sensitifs et le circuit de rétrocontrôle du cervelet et des ganglions de la base. Les structures qui influencent la régulation de l'activité motrice et le contrôle volontaire seront exposées dans les sections concernées. Dans cette partie, nous exposerons les tractus des systèmes moteurs médial et latéral. Les tractus de chacun de ces systèmes sont composés d'un neurone moteur supérieur dont le corps cellulaire est situé dans le cortex cérébral ou le tronc cérébral, et d'un neurone moteur inférieur dont le corps cellulaire est situé dans la substance grise de la moelle spinale. Nous commencerons par l'exploration des tractus du système moteur latéral.

Systèmes moteurs latéraux

Les tractus du système moteur latéral comprennent le tractus corticospinal latéral et le tractus rubrospinal. Les deux sont localisés dans la colonne latérale de la substance blanche de la moelle spinale et font synapse avec les corps cellulaires des neurones moteurs dans la partie latérale de la corne antérieure de la substance grise.

Cliniquement, le tractus le plus important est le **tractus corticospinal**, car il est responsable du contrôle du mouvement des membres supérieurs et inférieurs. Les corps cellulaires des neurones moteurs supérieurs qui constituent ce tractus sont situés dans le cortex moteur primitif (fig. 9.54). Les axones de ces neurones moteurs supérieurs convergent vers la corona radiata et descendent dans le bras postérieur de la capsule interne pour gagner les pédoncules cérébraux du mésencéphale. Ces axones poursuivent leur trajet à travers la partie antérieure du pont sous la forme de petits faisceaux dispersés par les fibres pontocérébelleuses transverses, qui se situent à ce niveau. Lorsque les fibres atteignent la moelle allongée, elles se regroupent ensemble pour former une voussure appelée la **pyramide** (fig. 9.54). Dans la partie caudale de la moelle allongée, avant de s'engager dans la moelle spinale, la plupart des axones suivent une décussation vers le côté opposé pour former le **tractus corticospinal latéral** (fig. 9.54). Les axones restants poursuivent leur trajet du même côté et forment le **tractus corticospinal antérieur**, qui participe au système moteur médial.

Après avoir suivi la décussation et formé le tractus corticospinal latéral, les axones descendent dans la moelle spinale pour faire synapse avec les corps cellulaires des neurones moteurs inférieurs dans la portion latérale de la corne antérieure de la substance grise. Les axones de ces neurones moteurs inférieurs quittent alors la moelle spinale par la racine antérieure (fig. 9.54).

L'autre système moteur latéral est le **tractus rubrospinal** (fig. 9.55). Les corps cellulaires des neurones moteurs supérieurs de cette voie sont situés dans le noyau rouge du mésencéphale. Après avoir quitté le noyau rouge, les axones croisent la ligne médiane en constituant la décussation tegmentale ventrale et forment le tractus rubrospinal qui descend dans le tronc cérébral et la colonne latérale de substance blanche de la moelle spinale (fig. 9.55). Ces axones ne descendent que dans la région cervicale de la moelle spinale, et font synapse avec les interneurones de la corne antérieure de la substance blanche pour faciliter l'activité des muscles fléchisseurs et inhiber l'activité des muscles extenseurs du membre supérieur.

Cortex sensitif
Membre inférieur
Cortex sensitif
Membre supérieur
Capsule interne
Thalamus
Neurones de troisième ordre
Neurones de deuxième ordre
Neurones de premier ordre
Hémisphère cérébral
Lemnisque médial
Noyau rouge
Pédoncule cérébral
Mésencéphale
Pédoncule cérébelleux moyen
Lemnisque médial
Pont
Noyau gracile
Noyau cunéiforme
Fibres arquées internes
Moelle allongée
Lemnisque médial
Pyramide
Faisceau gracile
Faisceau cunéiforme
Moelle cervicale
Moelle lombale

Figure 9.53 Colonne postérieure-voie lemniscale médiale/colonnes dorsales. Les voies somatosensitives transportant les sensations de la proprioception consciente, de vibration et de tact discriminatif. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.16. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

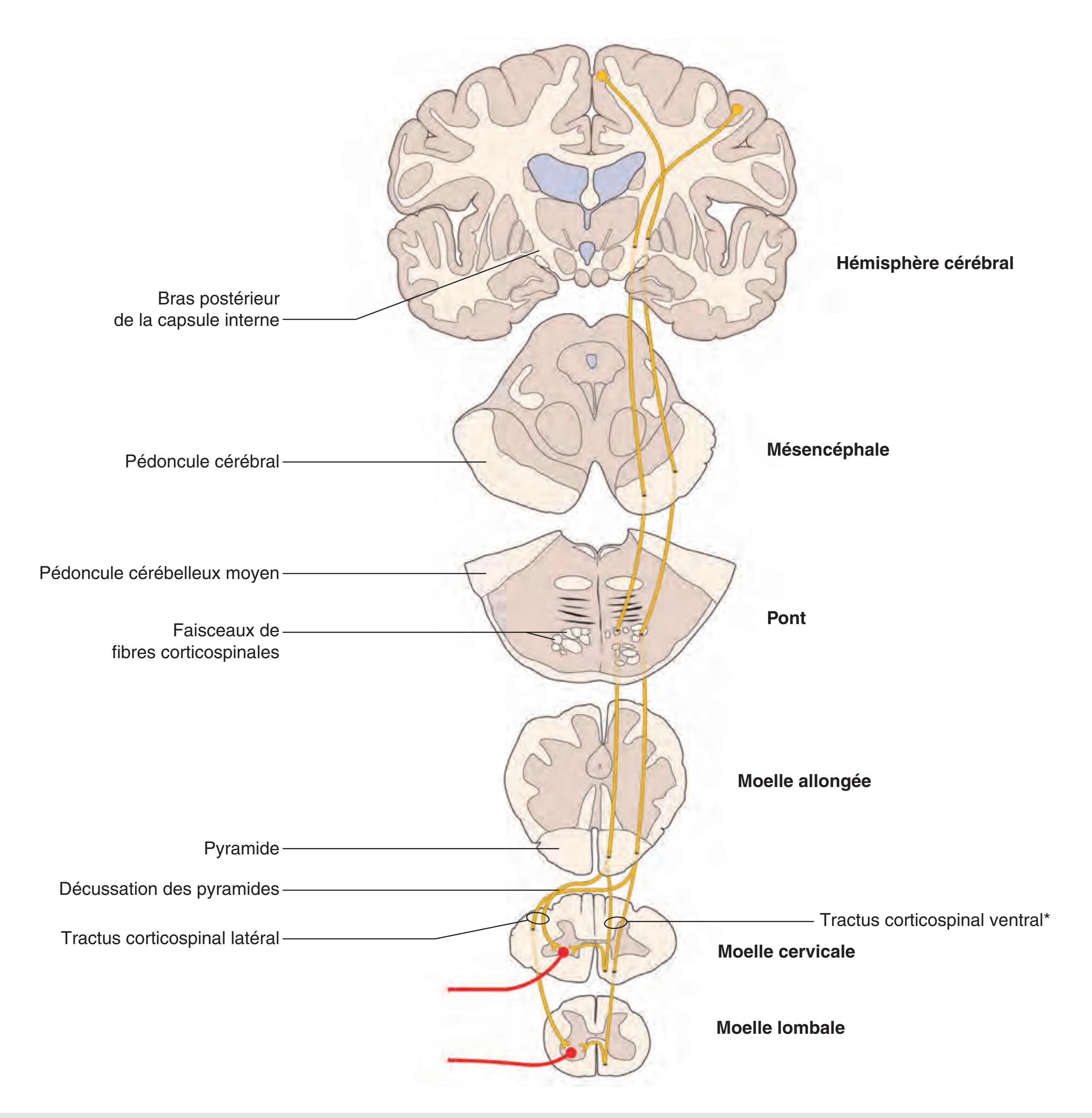
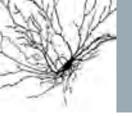


Figure 9.54 Tractus corticospinaux latéral et antérieur. * Noter que le tractus corticospinal ventral se projette bilatéralement. Pour un complément d'explication, voir les tableaux 9.5 et 9.6. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.20. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



Noyau rouge
Substance noire
Pédoncule cérébral
Mésencéphale
Décussation tegmentale ventrale
Pédoncule cérébelleux moyen
Pont
Moelle allongée
Pyramide
Moelle cervicale

Figure 9.55 Tractus rubrospinal. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.21. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

Systèmes moteurs médiaux

Les tractus du système moteur médial régulent l'activité des muscles axiaux et des muscles du tronc qui interviennent dans le maintien de la posture, dans l'équilibre, dans les mouvements automatiques liés à la marche, et dans les mouvements qui orientent la tête et le cou. À la différence du système moteur latéral, les tractus de ce système se projettent bilatéralement sur les interneurones dans la moelle spinale. Cela rend difficile l'examen individuel de chaque tractus en clinique. Nous allons voir brièvement les quatre tractus du système moteur médial en commençant par le tractus corticospinal antérieur.

Le **tractus corticospinal antérieur** est formé par les neurones moteurs supérieurs restants qui n'ont pas décussé dans la partie caudale de la moelle allongée pour former le tractus corticospinal latéral. Ces neurones moteurs supérieurs, qui restent ipsilatéraux pour former le tractus corticospinal antérieur, descendent dans la partie médiale de la moelle spinale antérieure jusqu'au niveau de la région thoracique supérieure (fig. 9.54). Ces axones se projettent bilatéralement sur les corps cellulaires des neurones moteurs inférieurs dans la portion médiale de la corne antérieure de la substance grise. Les axones de ces neurones moteurs inférieurs sortent alors de la moelle spinale par la racine antérieure.

Les axones du **tractus tectospinal** naissent des corps cellulaires situés dans le collicule supérieur de la partie dorsale du mésencéphale (fig. 9.56). Ces axones croisent ensuite la ligne médiane dans la décussation tegmentale dorsale peu après avoir quitté le noyau pour former le tractus tectospinal le long de la ligne médiane du tronc cérébral. Le tractus tectospinal continue dans le tronc cérébral à côté du faisceau longitudinal médial, et dans les régions cervicales de la moelle spinale à proximité de la fissure médiane antérieure. Dans la moelle cervicale spinale, les axones se projettent bilatéralement pour

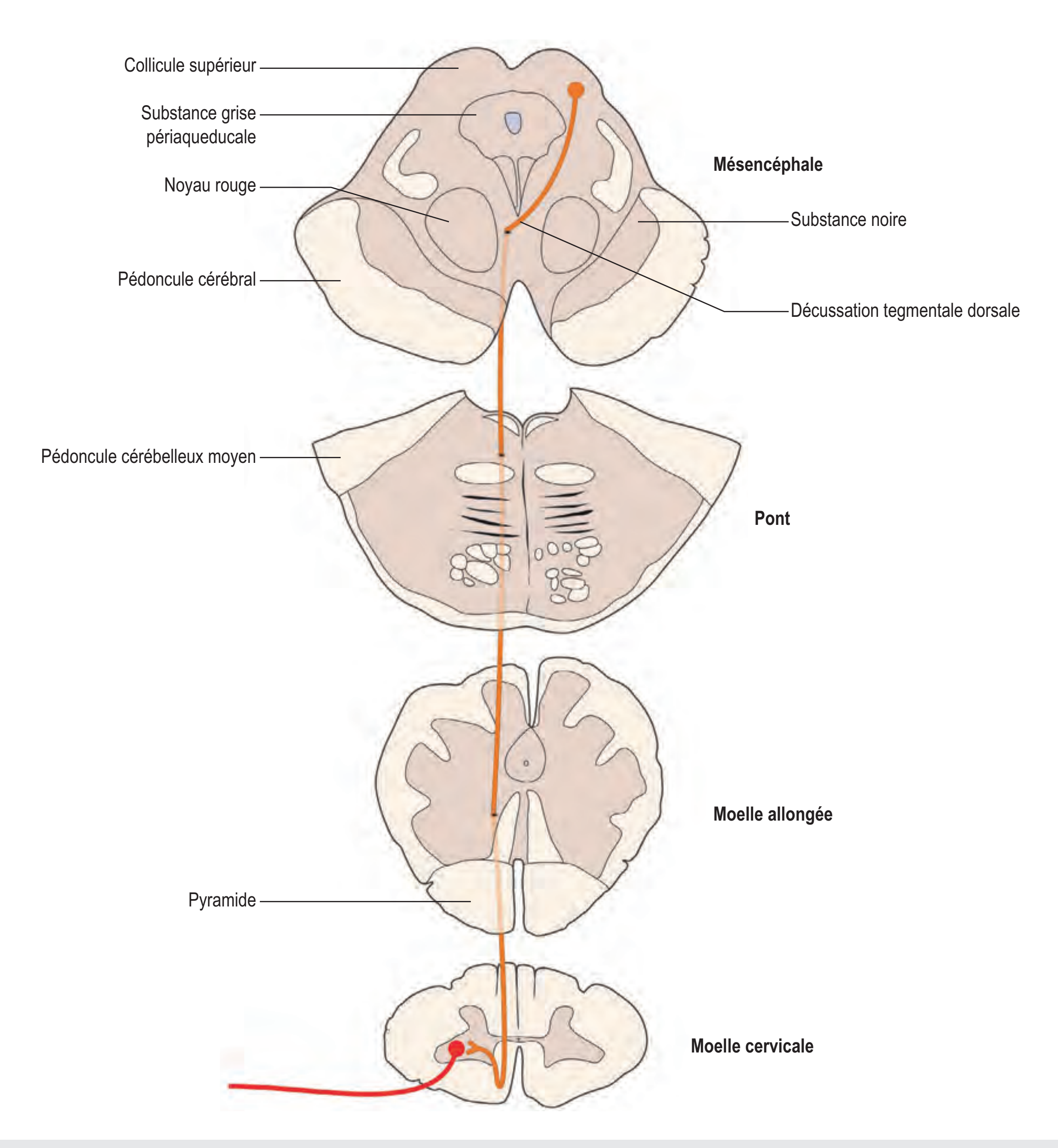


Figure 9.56 Tractus tectospinal. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.22. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

faire synapse avec les corps cellulaires des interneurones de la corne antérieure de la substance grise. Comme le collicule supérieur reçoit des influx visuels, on considère que le tractus tectospinal module les mouvements des réflexes posturaux en réponse aux stimulations visuelles.

Les axones du **tractus vestibulospinal** naissent des noyaux vestibulaires situés dans le pont et la moelle allongée. Le noyau vestibulaire médial donne naissance au tractus vestibulospinal médial, qui se projette bilatéralement jusqu'aux régions thoraciques de la moelle spinale, et le noyau vestibulaire latéral donne naissance au tractus vestibulospinal latéral, qui descend ipsilatéralement à travers la longueur entière de la moelle spinale pour faire synapse avec les interneurones de la corne antérieure de la substance grise (fig. 9.57). Du fait que les noyaux vestibulaires reçoivent des influx de l'oreille interne et du cervelet, ce tractus stimule l'activité des muscles extenseurs/antigravitaires et inhibe l'activité des muscles fléchisseurs pour maintenir l'équilibre et la posture érigée. Par exemple, le changement de position de la tête induit au cours d'un trébuchement provoque l'extension du membre supérieur et/ou du membre inférieur pour prévenir la chute en avant.

Les axones du **tractus réticulospinal** naissent de la formation réticulaire dans le pont et dans la moelle allongée. Les axones des tractus réticulospinaux pontiques et médullaires descendent ipsilatéralement dans toute la longueur de la moelle spinale dans la substance blanche antérieure et font synapse avec les interneurones dans la corne antérieure de la substance grise. On considère que leur fonction est la régulation des mouvements volontaires dans l'activité réflexe et la commande autonome (tableaux 9.5 et 9.6).



Noyau vestibulaire latéral

Pédoncule cérébelleux moyen

Pont

Faisceau longitudinal médial

Noyau vestibulaire médial

Pédoncule cérébelleux inférieur

Moelle allongée (rostrale)

Lemnisque médial

Noyau olivaire inférieur

Pyramide

Moelle allongée (caudale)

Moelle cervicale

Moelle lombale

Figure 9.57 Tractus vestibulospinaux médial et latéral. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 8.23. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

Tableau 9.5 Système moteurs latéraux.

Tractus	Site d'origine	Site de décussation (le cas échéant)	Niveaux de terminaison	Fonction
Tractus corticospinal latéral	Cortex moteur primaire	Décussation pyramidale, à la jonction cervicomédullaire	Toute la moelle (principalement dans les intumescences cervicale et lombosacrale)	Mouvement des membres controlatéraux
Tractus rubrospinal	Noyau rouge, division magnocellulaire	Décussation tegmentale ventral dans le mésencéphale	Moelle cervicale	Mouvement des membres controlatéraux (fonction incertaine chez l'humain)

D'après Blumenfeld H. Neuroanatomy Through Clinical Cases *2nd ed., Tableau 6.3, Part 1. Sunderland, MA : Sinauer Associates, Inc. ; 2010.*

Tableau 9.6 Systèmes moteurs médiaux.

Tractus	Site d'origine	Site de décussation (le cas échéant)	Niveaux de terminaison	Fonction
Tractus corticospinal antérieur	Cortex primaire moteur et aire motrice supplémentaire	–	Moelle cervicale et thoracique supérieure	Contrôle des muscles axiaux bilatéraux et des ceintures
Tractus vestibulospinaux (TVS)[1]	TVS médial : noyaux vestibulaires médial et inférieur ; TVS latéral : noyau vestibulaire latéral	–	TVS médial : moelle cervicale et thoracique supérieure ; TVS latéral : toute la moelle spinale	TVS médial : position de la tête et du cou ; TVS latéral : équilibre latéral VT : équilibre
Tractus réticulospinal	Pont et formation réticulée médullaire	–	Toute la moelle	Posture automatique et mouvements liés à la marche
Tractus tectospinal	Collicule supérieur	Décussation tegmentale, dans le mésencéphale	Moelle cervicale	Coordination de la tête et des mouvements oculaires (incertaine chez l'homme)

[1] En dépit de leurs noms, les deux tractus vestibulospinaux, médial et latéral, appartiennent aux systèmes moteurs médiaux.
D'après Blumenfeld H. Neuroanatomy Through Clinical Cases. *2nd ed., Tableau 6.3, Part 2. Sunderland, MA : Sinauer Associates, Inc. ; 2010.*

VASCULARISATION DE LA MOELLE SPINALE

La vascularisation de la moelle spinale est assurée par trois vaisseaux qui cheminent longitudinalement et plusieurs branches segmentaires. Les vaisseaux longitudinaux sont l'**artère spinale antérieure** et deux **artères spinales postérieures**. Les artères spinales postérieures naissent dans la cavité crânienne soit de l'artère vertébrale, soit de l'ACIP. Ces artères descendent le long de la moelle spinale postérieure sur le sillon postérolatéral. L'artère spinale antérieure, unique, naît dans la cavité crânienne de l'union de deux branches issues des artères vertébrales. L'artère spinale antérieure descend sur toute la longueur de la moelle spinale antérieure dans le sillon médian antérieur.

La vascularisation reçue par ces vaisseaux longitudinaux est renforcée par huit à dix artères médullaires segmentaires. L'artère médullaire segmentaire la plus importante est l'**artère d'Adamkiewicz** dans la partie thoracique inférieure et la partie lombale supérieure. Ce vaisseau est typiquement situé sur le côté gauche et contribue significativement à la vascularisation de la partie inférieure de la moelle spinale.

Le drainage veineux de la moelle spinale est organisé en une série de canaux longitudinaux qui sont anastomosés avec les veines spinales antérieures et postérieures à la surface de la moelle.



Noyaux de la base

Les noyaux de la base sont un groupe de structures de la substance grise ainsi nommées du fait de leur localisation profonde dans la base du cerveau antérieur. Fonctionnellement, les noyaux de la base ont un rôle significatif dans le contrôle de la posture et du mouvement volontaire par des connexions avec le thalamus, le cortex et les structures voisines des noyaux de la base. En plus de leur rôle dans la posture et le mouvement, les noyaux de la base ont des connexions avec les voies du système limbique, qui gouvernent l'expression des différents comportements et des états émotionnels. Pour la description de cette section, nous nous limiterons aux structures des noyaux de la base et des voies concernées par le contrôle de la posture et du mouvement volontaire.

Une terminologie variable est appliquée à ces structures des noyaux de la base individuellement et sur la base de leur morphologie globale. Pour apprécier la forme tridimensionnelle des noyaux de la base et leurs rapports avec les structures voisines, il est préférable de les observer sur des coupes horizontales et coronales du cerveau à différents niveaux.

CORPS STRIÉ

Le corps strié (du latin *striatum*, «rayé») comprend le noyau caudé et le noyau lenticulaire. Ce groupe de structures est ainsi nommé du fait de l'aspect rayé des bandes qui connectent le noyau caudé et le putamen du noyau lenticulaire par le bras antérieur de la capsule (fig. 9.58).

Le **noyau lenticulaire** (du latin «en forme de lentille») comprend le **globus pallidus** et le **putamen**, qui apparaissent de forme lenticulaire en vue latérale. Ces deux structures sont latérales à la capsule interne, qui les sépare du thalamus et du noyau caudé (fig. 9.58). Latéralement, le putamen est bordé par la **capsule externe**, une fine couche

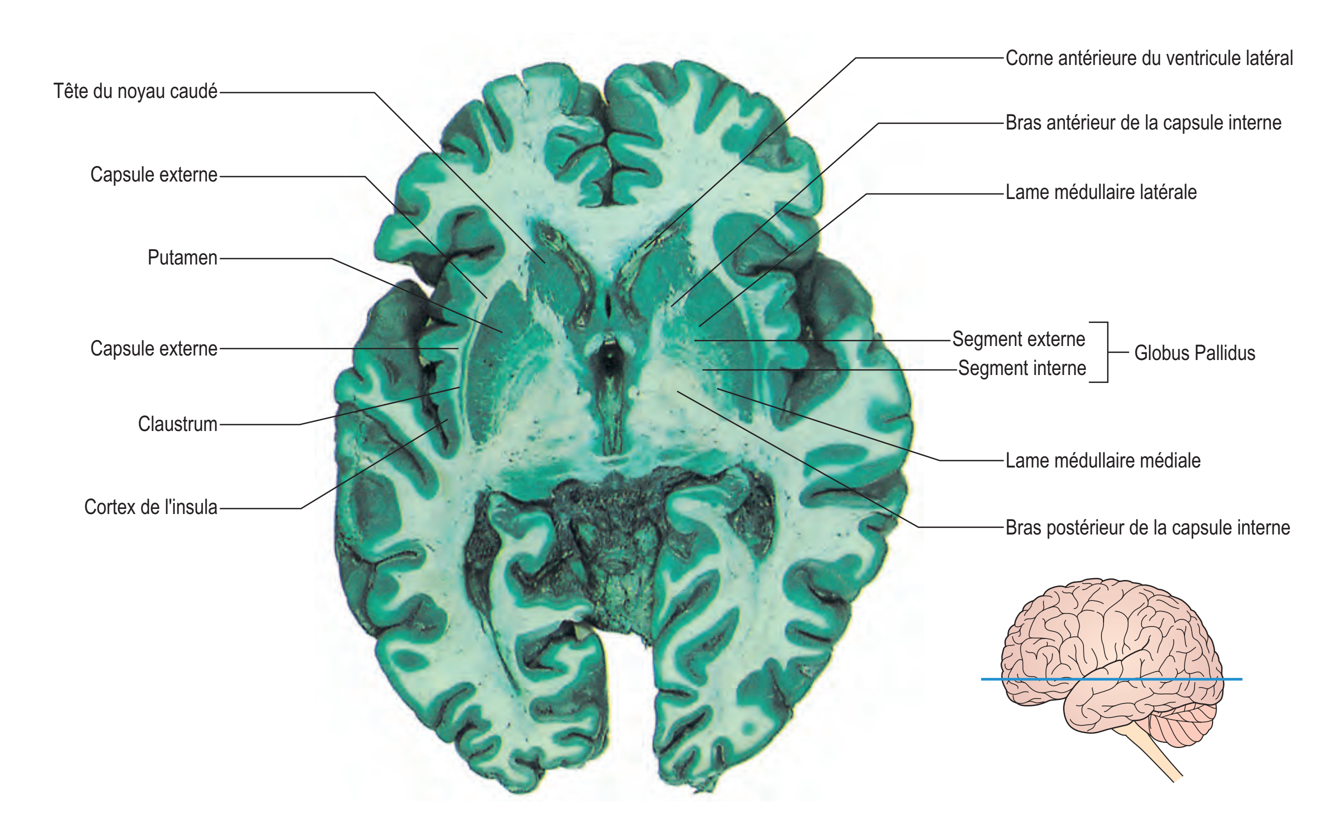


Figure 9.58 Coupe horizontale du cerveau montrant les rapports du corps strié. La coloration de Mulligan a été utilisée pour accentuer le contraste entre les aires riches en cellules (vert/bleu) et la substance blanche. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 14.1. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

de substance blanche adjacente à la fine couche de substance grise nommée le **claustrum**. Au contact du claustrum se situe la **capsule extrême**, qui borde la substance blanche de l'insula (fig. 9.58).

Le **noyau caudé** se situe médialement à la **capsule interne**. Le noyau caudé est une grande structure en forme de C divisée en une tête, un corps et une queue, qui suivent intimement la forme du ventricule latéral (fig. 9.58). En position rostrale, la tête du noyau caudé a une forme large arrondie qui contribue à la paroi latérale de la corne antérieure du ventricule latéral (fig. 9.58). À ce niveau également, la tête du noyau caudé est en continuité avec le putamen (fig. 9.59). Du fait de ces rapports étroits, le putamen et le noyau caudé sont globalement assimilés au **striatum**. Au niveau du foramen interventriculaire, la tête du noyau caudé se poursuit avec le corps. Le corps du noyau caudé est long et devient plus étroit en s'étendant de la tête vers la queue (fig. 9.59). Le long de son trajet, le corps contribue au plancher du ventricule latéral. Près du bord postérieur du thalamus, le corps du noyau caudé se prolonge avec la queue. La queue continue en avant dans le toit de la corne inférieure du ventricule latéral pour se terminer dans le corps amygdaloïde (fig. 9.59).

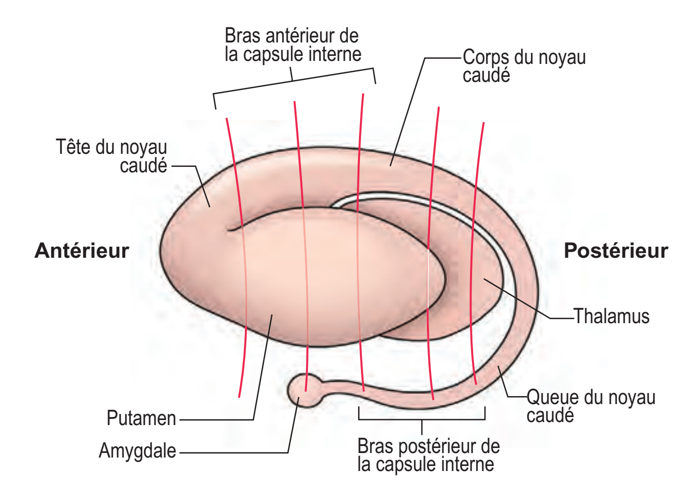


Figure 9.59 Vue latérale des noyaux de la base et du thalamus. Les lignes rouges verticales soulignent le trajet de la capsule interne. Le globus pallidus et le putamen sont séparés du thalamus par le bras postérieur de la capsule interne. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 14.4. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

CONNEXIONS DES NOYAUX DE LA BASE

Les influx destinés aux noyaux de la base sont initialement reçus par le striatum (noyau caudé et putamen), et les influx sortants quittent principalement le globus pallidus. Plusieurs structures envoient des influx au striatum, incluant toutes les aires du cortex cérébral, les noyaux du thalamus, le noyau subthalamique, le tronc cérébral et la substance noire. Pour comprendre comment les noyaux de la base intègrent toutes les informations afférentes pour réguler l'activité motrice, deux boucles neuronales sont décrites : la voie directe et la voie indirecte.

La voie directe a une série de connexions dans les noyaux de la base, qui conduisent à une stimulation globale de l'activité motrice. Cette voie débute avec la stimulation du striatum, qui envoie des connexions vers le globus pallidus (fig. 9.60A). Le globus pallidus a ensuite des connexions avec le thalamus, qui complète le circuit avec des connexions rétrogrades vers le cortex. La voie indirecte a un trajet similaire, avec de plus des connexions sortantes vers le noyau subthalamique, qui conduit à une inhibition globale de l'activité motrice (fig. 9.60B).

Figure 9.60 Coupe coronale de la boucle motrice des noyaux de la base. **A.** Voie directe. **B.** Voie indirecte. Les *flèches rouges* représentent les neurones excitateurs (glutamate). Les *flèches noires et grises* représentent les neurones inhibiteurs (GABA). La *flèche brune* représente les neurones nigrostriés libérant de la dopamine, qui est un excitant des récepteurs D_1 sur certains neurones striataux et un inhibiteur des récepteurs D_2 sur d'autres neurones striataux. AMS : aire motrice supplémentaire ; CS/CR : fibres corticospinales, corticoréticulaires ; GPe, GPi : segments externes et internes du globus pallidus ; NST : noyau subthalamique ; NVL : noyau latéral ventral du thalamus ; pcSN : partie compacte de la substance noire. (Modifié d'après Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 33.2. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

Cervelet

Le cervelet est la plus grande structure du cerveau postérieur. Il est situé dans la fosse crânienne postérieure et se compose de deux hémisphères, qui sont connectés par le **vermis** sur la ligne médiane (fig. 9.61). Fonctionnellement, le cervelet joue un rôle dans le maintien de l'équilibre et le contrôle de la posture, et est responsable de la coordination des mouvements par la synchronisation de la contraction et du relâchement des muscles volontaires. Nous examinerons en premier l'organisation structurale du cervelet et nous verrons ensuite comment ces structures contribuent aux circuits du cervelet.

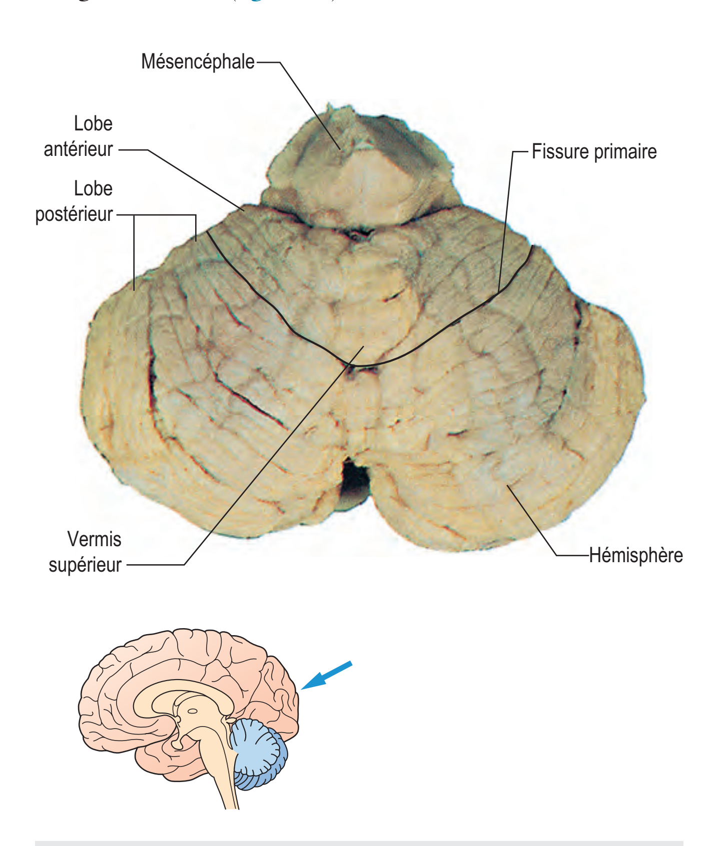


Figure 9.61 Cervelet. Face supérieure. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 11.2. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

MORPHOLOGIE DU CERVELET

Dans la fosse crânienne postérieure, le cervelet est couvert par la tente du cervelet formée par la dure-mère (voir fig. 9.17), et il est connecté à la face postérieure du tronc cérébral par les **pédoncules cérébelleux supérieur**, **moyen** et **inférieur** (fig. 9.62). En avant, le cervelet forme le toit du quatrième ventricule (voir fig. 9.14). Sur sa surface, le cervelet présente de nombreux plis convergents, ou lamelles, séparés par des fissures. Deux de ces fissures constituent des repères pour diviser le cervelet en trois lobes. Dans la partie supérieure, la **fissure primaire** sépare le lobe antérieur du lobe postérieur (fig. 9.61). Dans la partie antérieure et inférieure, la **fissure postérolatérale** délimite les structures du **lobe flocculonodulaire**, qui comprend le flocculus de chaque hémisphère et un nodule du vermis (fig. 9.63). Une troisième fissure, la **fissure horizontale**, sépare les faces supérieure et inférieure du cervelet (fig. 9.64).

Chaque pli ou lamelle du cortex cérébelleux a une zone centrale de substance blanche couverte par une fine couche de substance grise en superficie. Sur des coupes parallèles dans le plan médian, le mode de ramification peut être observé ; il est souvent appelé *arbre de vie* (fig. 9.28). Dans la

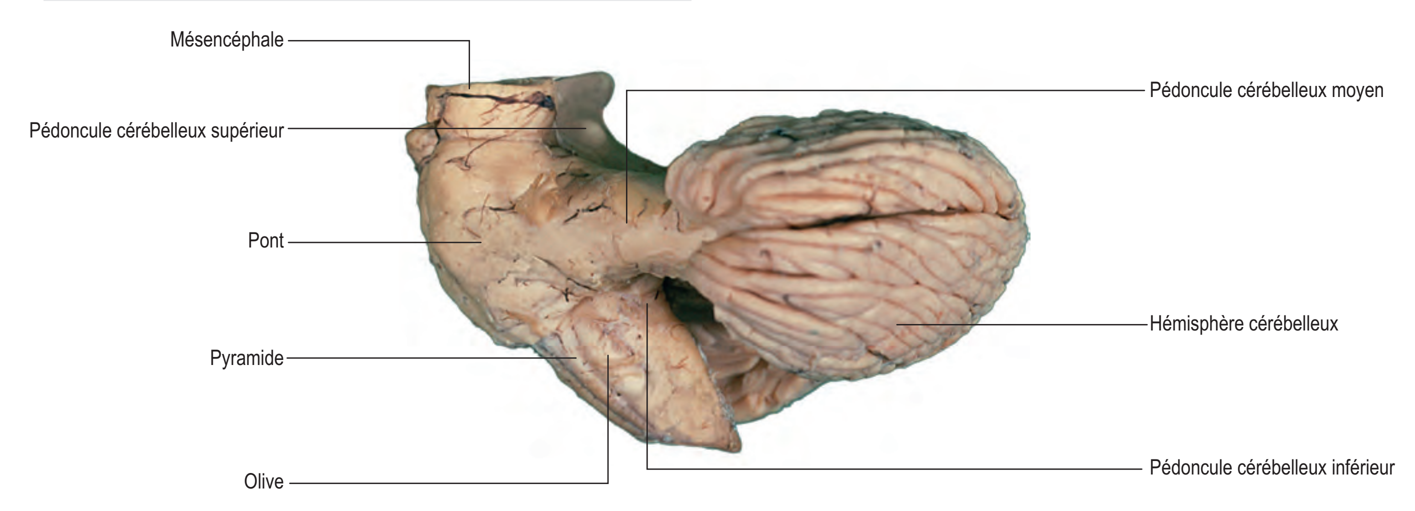


Figure 9.62 Cervelet. Vue latérale du cervelet et des pédoncules cérébelleux connectés avec le tronc cérébral. Des portions des lobes cérébelleux sont réséquées pour exposer les pédoncules. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 11.1. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



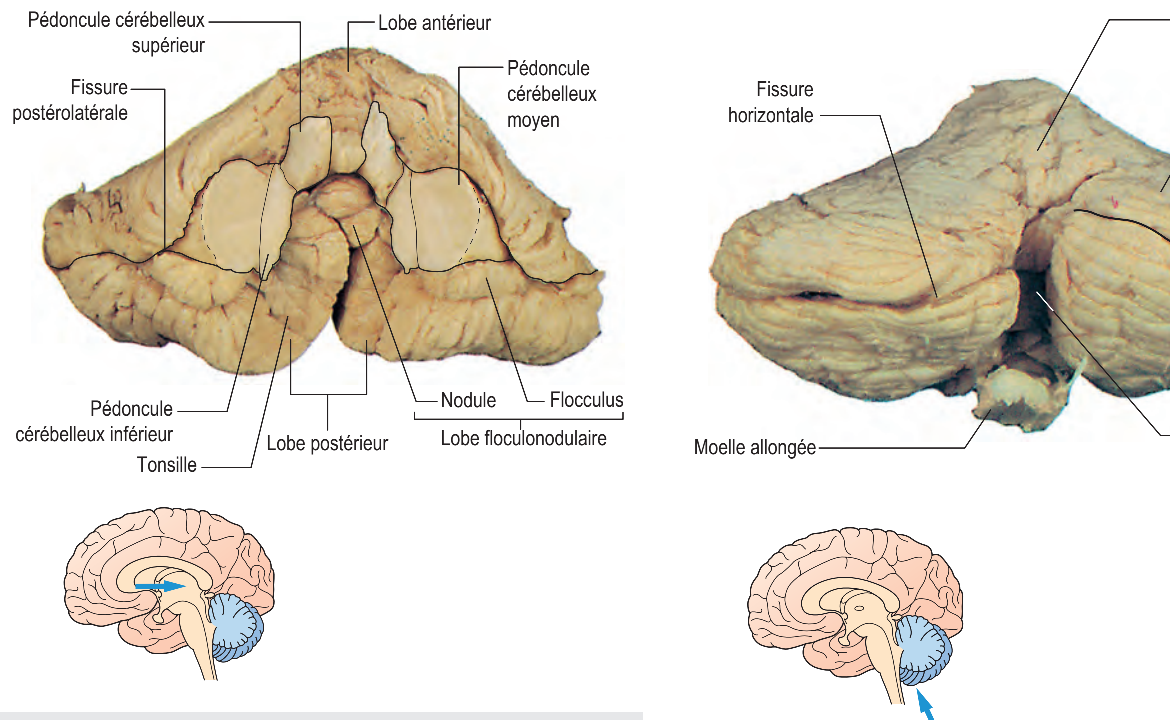


Figure 9.63 Cervelet. Vue antérieure et inférieure. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 11.4. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

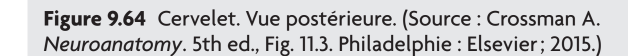


Figure 9.64 Cervelet. Vue postérieure. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 11.3. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

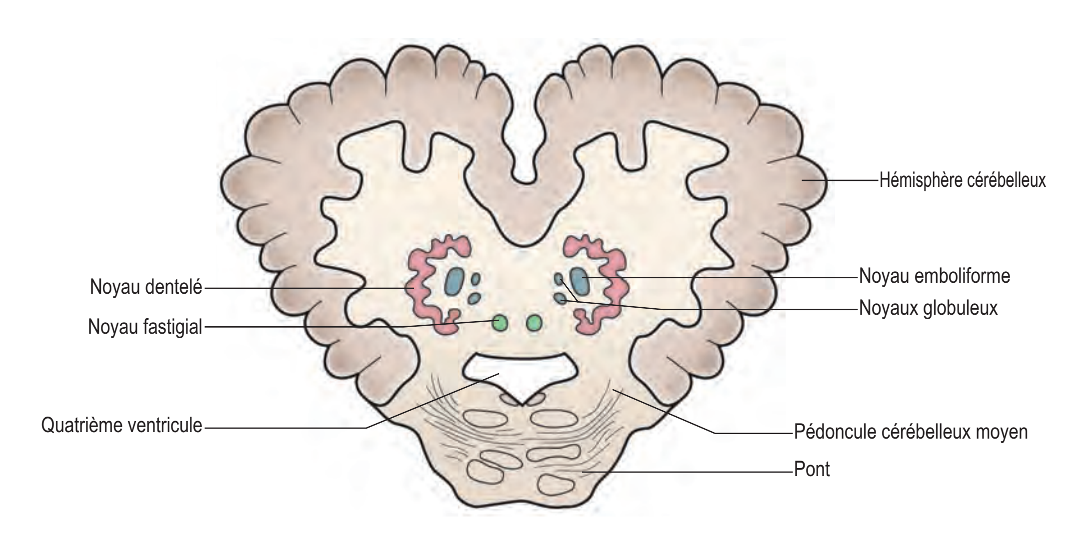


Figure 9.65 Cervelet et tronc cérébral. Coupe horizontale au niveau du quatrième ventricule. Ici, les quatre noyaux cérébelleux peuvent être vus. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 11.8. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

profondeur de la substance blanche de chaque hémisphère se trouvent quatre masses de noyaux cérébelleux. De latéral en médial, ce sont les **noyaux dentelé**, **emboliforme**, **globuleux** et **fastigial** (fig. 9.65). Les noyaux emboliforme et globuleux sont regroupés sous le terme **noyaux interposés**. Les influx du cervelet naissent dans l'un de ces quatre noyaux avant de cheminer dans le pédoncule cérébelleux supérieur, principalement. En général, les stimulations provenant de chaque hémisphère coordonnent le mouvement du côté ipsilatéral du corps.

Fonctionnellement, le cortex cérébelleux peut être divisé en trois zones. Le **vermis** sur la ligne médiane influence les mouvements le long de l'axe du corps, ce qui inclut le cou, le tronc, l'abdomen et le pelvis (fig. 9.66). Adjacente au vermis, la **zone intermédiaire** contrôle les muscles des membres supérieurs et inférieurs. La **zone latérale** participe à la planification motrice pour la coordination des mouvements séquentiels du corps entier. Les influx qui parviennent à ces aires fonctionnelles du cortex cérébelleux proviennent du cortex cérébral, de la moelle spinale et du tronc cérébral en passant principalement par les pédoncules cérébelleux moyen et inférieur. Les fibres qui entrent dans le cervelet sont des fibres moussues (de différentes régions) ou des fibres ascendantes (du noyau olivaire). Les fibres moussues forment des synapses excitatrices avec les dendrites des cellules à grains, dans la couche granuleuse (fig. 9.67). Les cellules granuleuses envoient ensuite des axones vers la couche moléculaire, où ils se divisent en fibres parallèles qui cheminent longitudinalement dans la lamelle.

Les fibres parallèles font ensuite synapse avec les cellules de Purkinje, dans la couche externe des **cellules de Purkinje** (fig. 9.67). Les fibres ascendantes projettent vers la couche de cellules de Purkinje et forment de puissantes connexions excitatrices avec les cellules de Purkinje. Les cellules de Purkinje projettent à leur tour vers les noyaux cérébelleux profonds (fig. 9.67).

VOIES CÉRÉBELLEUSES AFFÉRENTES

Comme cela a déjà été évoqué, le cervelet reçoit des influx du cortex cérébral, du tronc cérébral et de la moelle spinale. La commande du cortex cérébral vers le cervelet concerne principalement le contrôle du muscle volontaire et la coordination du mouvement. Les axones qui proviennent du cortex cérébral destinés au cervelet descendent à travers la capsule interne et se terminent sur les noyaux du pont (fig. 9.68).

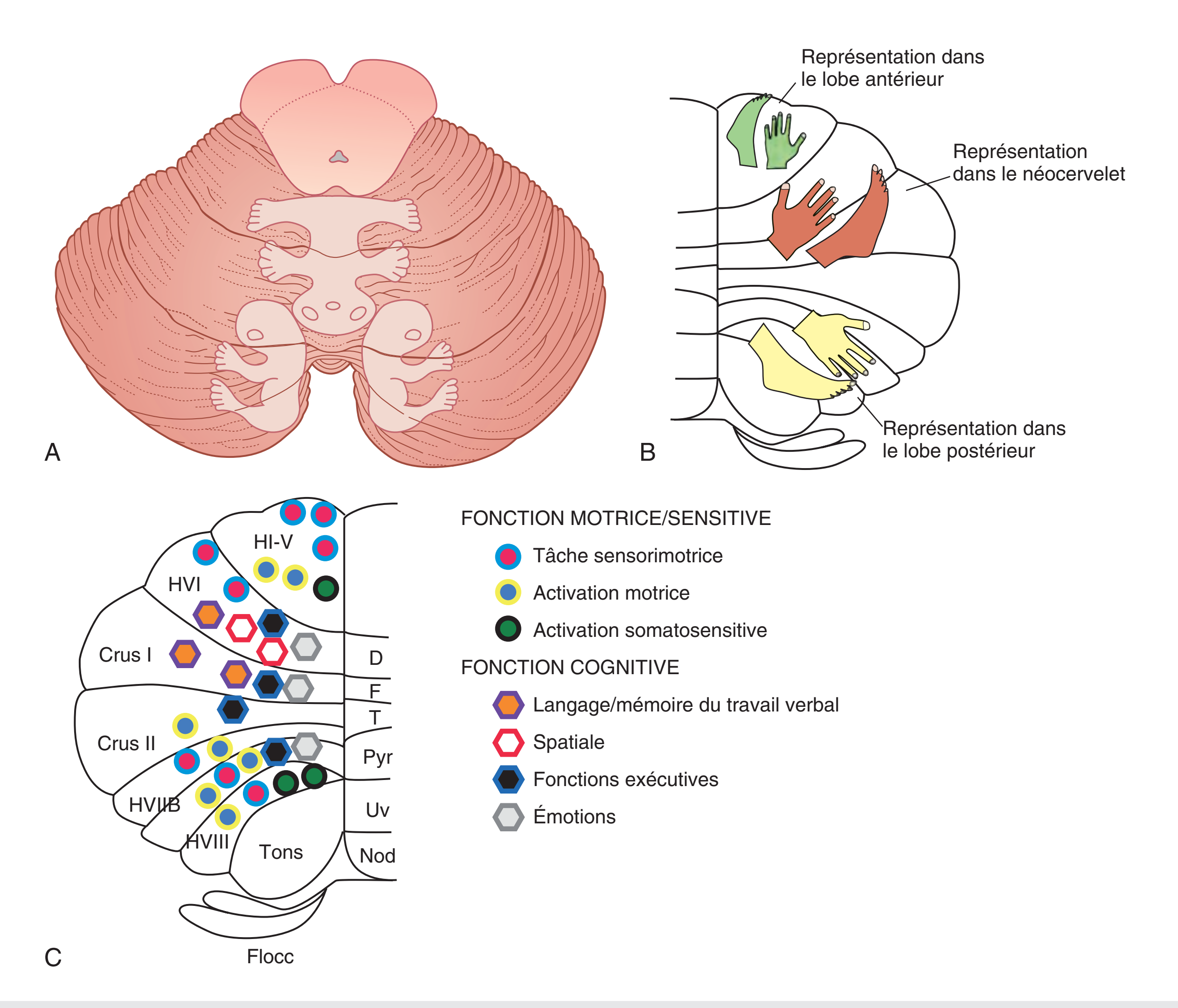


Figure 9.66 Carte somatotopique sur la face dorsale du cervelet. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy*. 7th ed., Fig. 25.7A. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)



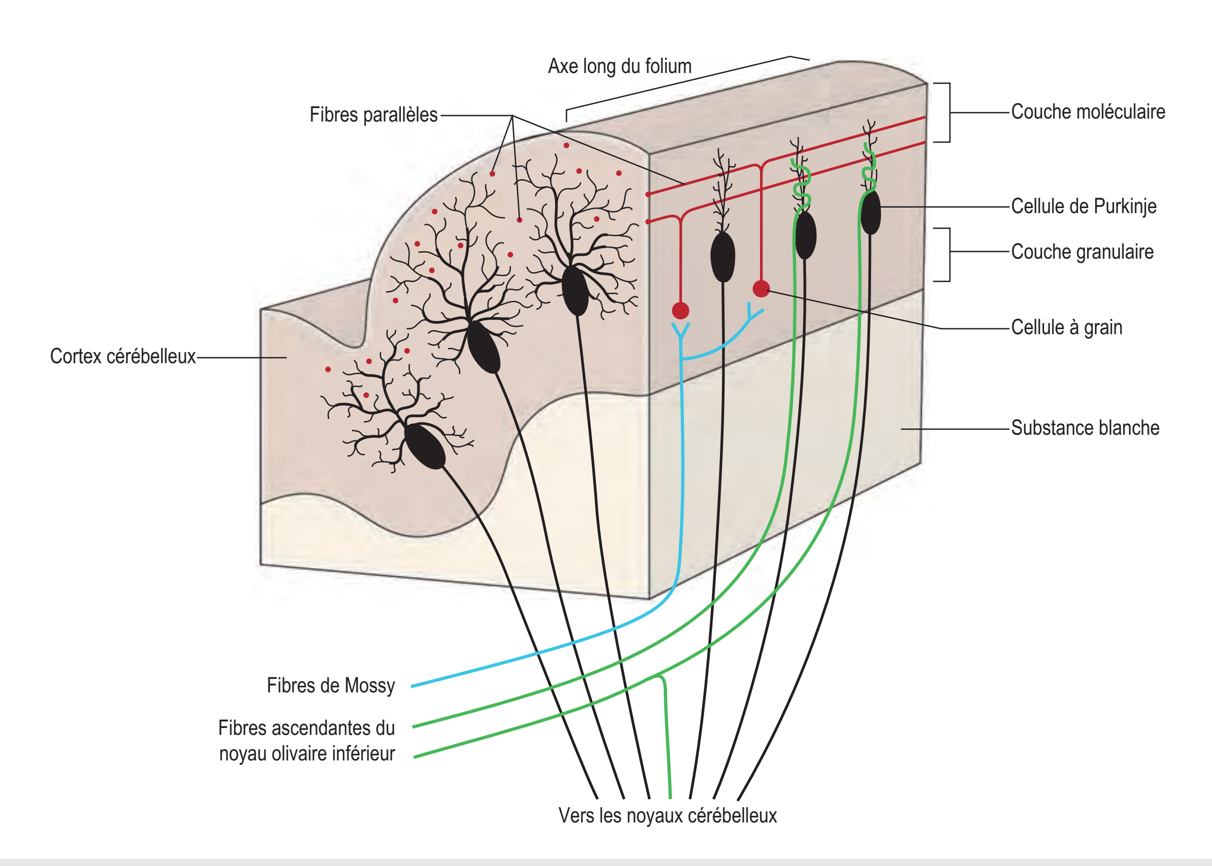


Figure 9.67 Connexions au cortex cérébelleux. Connexions afférentes et efférentes du cervelet et leurs connexions aux cellules du cortex cérébelleux. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 11.10. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

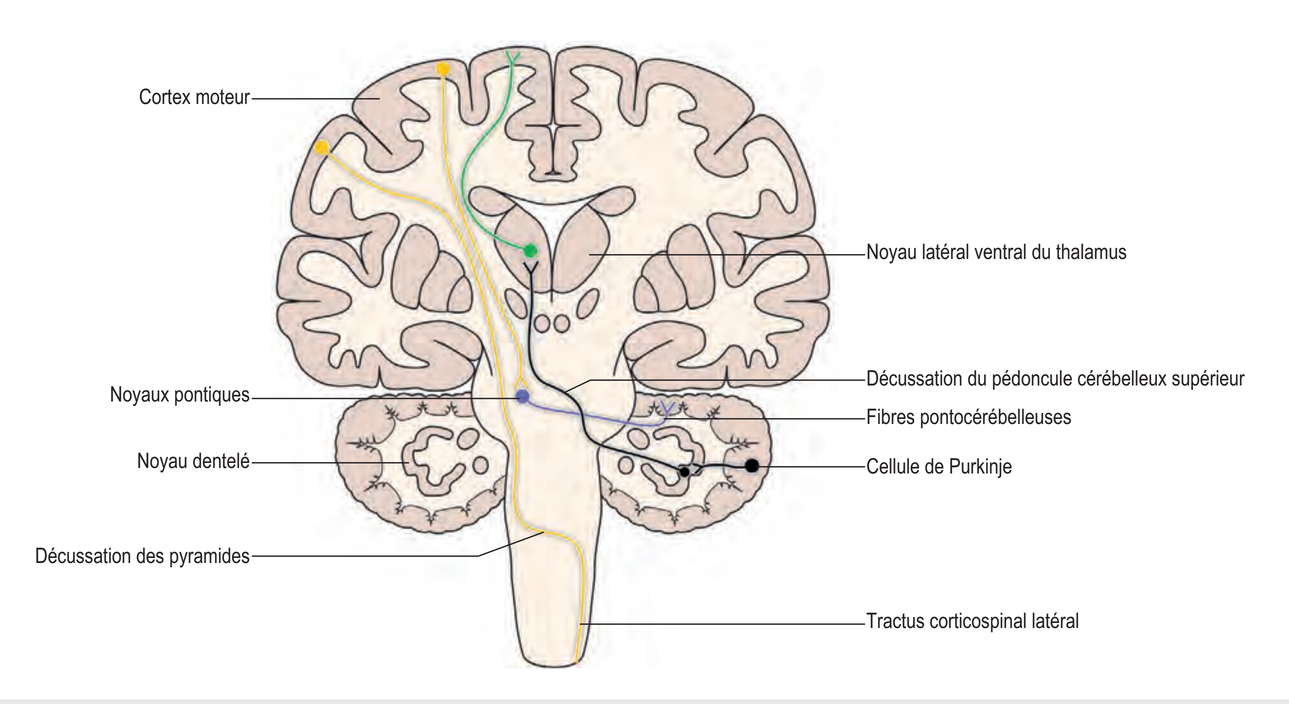


Figure 9.68 Circuit du néocervelet. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 11.3. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

Les axones des noyaux du pont croisent ensuite, comme des fibres transverses, pour entrer dans le cervelet controlatéral à travers le pédoncule cérébelleux moyen.

Les influx provenant de la moelle spinale vers le cervelet transportent les informations des muscles et des articulations qui régulent le tonus musculaire et la posture. Les principales voies de la moelle spinale connectées avec le cervelet sont le tractus spinocérébelleux antérieur ou ventral et le tractus spinocérébelleux postérieur ou dorsal. Ces tractus naissent des mécanorécepteurs des articulations et de la peau et montent dans la moelle spinale pour entrer dans le cervelet ipsilatéral principalement à travers le pédoncule cérébelleux inférieur (fig. 9.69).

Une dernière source d'afférences au cervelet provient des noyaux vestibulaires et de la formation réticulaire du tronc cérébral. Les connexions interviennent principalement dans le maintien réflexe de l'équilibre. Ces noyaux envoient des projections axonales vers le cervelet ipsilatéral à travers le pédoncule cérébelleux inférieur.

VOIES CÉRÉBELLEUSES EFFÉRENTES

Les fibres efférentes du cervelet naissent de l'un des quatre noyaux cérébelleux profonds. Le plus grand nombre de fibres qui quittent le cervelet ont leur origine dans le noyau dentelé. Les axones de ce complexe nucléaire projettent vers le noyau ventral controlatéral du thalamus après avoir fait une décussation dans le pédoncule cérébelleux supérieur. De là, les axones des noyaux thalamiques se dirigent vers le cortex moteur (fig. 9.70). Cette voie contrôle la posture et le mouvement.

Les axones des noyaux emboliforme et globuleux, ou noyaux interposés, ont un trajet similaire aux axones du noyau dentelé, mais avec l'addition d'une autre cible synaptique. Les axones des noyaux interposés suivent une décussation dans le pédoncule cérébelleux supérieur pour faire synapse dans le noyau ventral controlatéral du thalamus et le noyau rouge controlatéral dans le mésencéphale (fig. 9.70). Les axones qui quittent le noyau rouge descendent vers le noyau olivaire inférieur de la moelle allongée. Les projections axonales des noyaux interposés fonctionnent en surveillant et régulant l'activité motrice des membres supérieurs et inférieurs.

Les axones issus du noyau fastigial se projettent vers les noyaux vestibulaires, la formation réticulaire, le noyau ventral controlatéral du thalamus et le tectum controlatéral. Les axones vestibulaires passent dans le pédoncule cérébelleux inférieur pour gagner le noyau vestibulaire ipsilatéral et le faisceau unciné pour atteindre le noyau vestibulaire controlatéral (fig. 9.70).

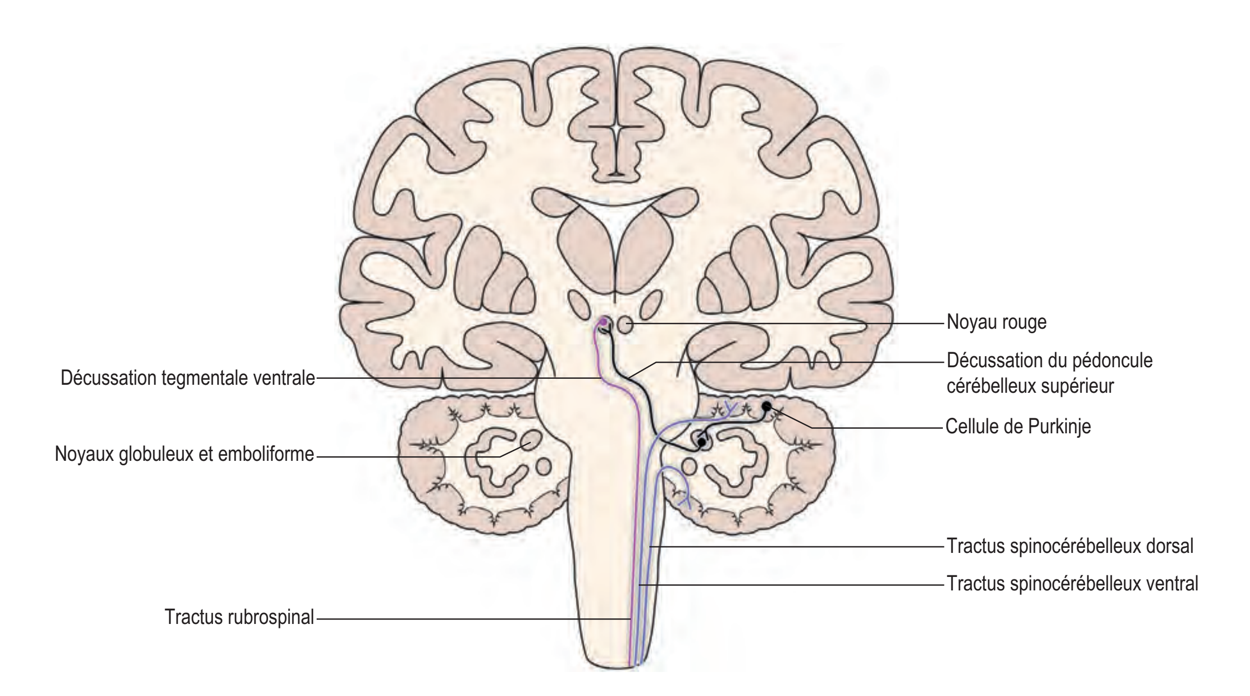
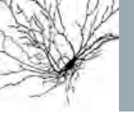


Figure 9.69 Circuit du paléocervelet. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 11.12. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



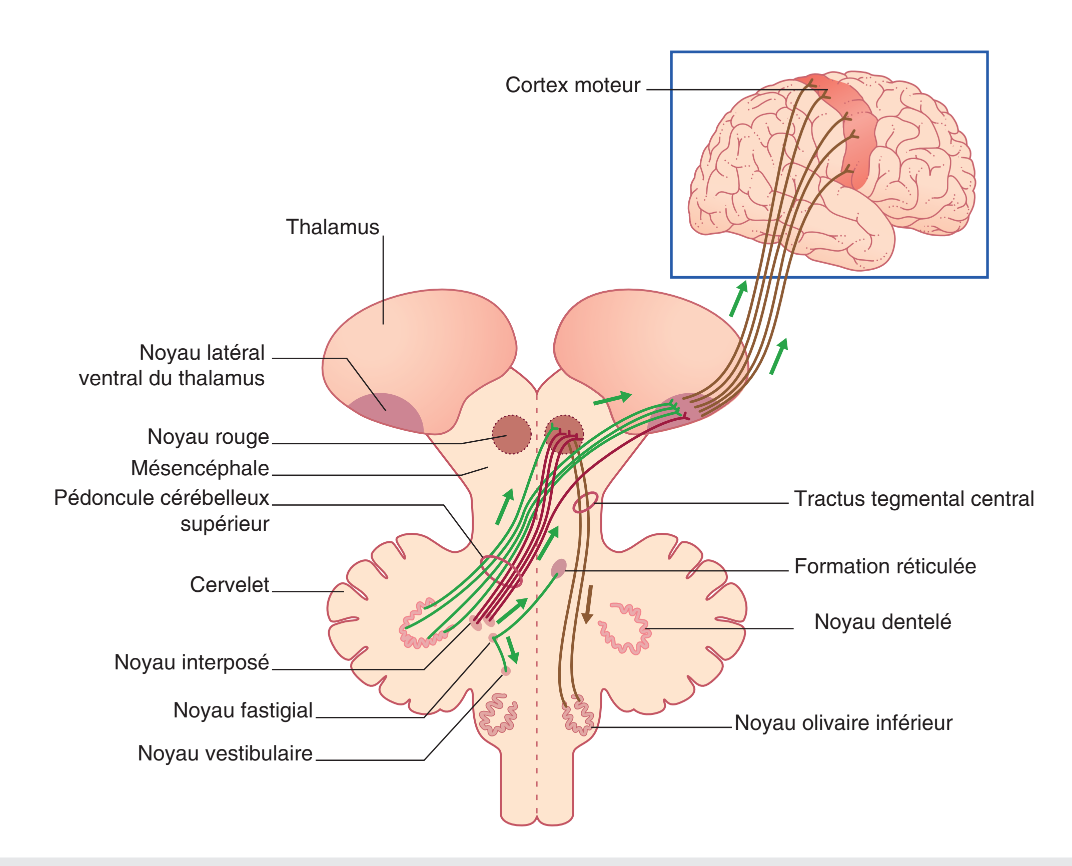


Figure 9.70 Efférences cérébelleuses. Les *flèches* indiquent la direction de transmission des influx. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 25.10. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

D'autres axones cheminent dans le pédoncule cérébelleux inférieur et se dirigent vers la formation réticulaire. Des axones ascendants dans les pédoncules cérébelleux supérieurs vont faire synapse avec le tectum controlatéral et le noyau ventral controlatéral du thalamus.

VASCULARISATION

Le cervelet est vascularisé par le système artériel vertébrobasilaire (voir fig. 9.42). Avant de former l'artère basilaire avec son homologue, chaque artère vertébrale donne origine à une **artère cérébelleuse postérieure inférieure** (ACIP) et une **artère spinale postérieure** et contribue à la formation de l'**artère spinale antérieure** (fig. 9.71). L'ACIP irrigue la portion inférieure du cervelet. Au niveau de la partie caudale du pont, l'**artère cérébelleuse inférieure antérieure** (ACIA) naît de l'artère basilaire et vascularise la partie antérieure et inférieure du cervelet ainsi que les pédoncules cérébelleux moyen et inférieur (fig. 9.71). Juste avant le mésencéphale, les artères cérébelleuses supérieures naissent de l'artère basilaire et vascularisent les pédoncules cérébelleux supérieurs et la partie supérieure des hémisphères cérébelleux (fig. 9.71).

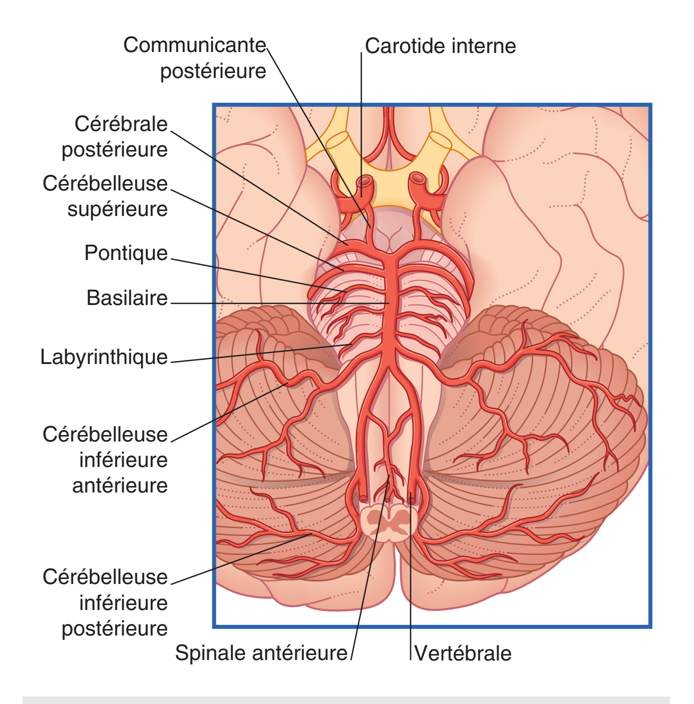


Figure 9.71 Vascularisation du cerveau postérieur. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 5.10. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

Appareil de la vision

L'appareil de la vision est un système sensoriel complexe qui commence dans le bulbe oculaire et a des connexions neuronales avec le thalamus, le tronc cérébral, le cortex visuel primaire et des zones corticales associatives. En plus de la transmission de la perception visuelle, ces connexions sont aussi impliquées dans les fonctions visuelles supérieures, comme la détermination des relations spatiales entre les objets et les éléments structurels des objets. Dans cette section, nous détaillerons la voie visuelle primaire ou géniculée de la rétine au cortex visuel.

Bien que la **rétine** soit souvent considérée comme la structure initiale de la perception visuelle, les structures antérieures de l'œil jouent un rôle important dans la perception visuelle également. La structure la plus antérieure est la **cornée**, qui est la première couche à travers laquelle la lumière, le stimulus visuel, entre dans l'œil (fig. 9.72). Cette couche transparente se place en avant de l'**humeur aqueuse** de la chambre antérieure et de la **pupille**, une petite ouverture centrale qui contrôle la quantité de lumière entrante dans l'œil. Après avoir traversé la pupille, la lumière est réfractée dans le cristallin, qui sépare, avec le corps ciliaire, la chambre antérieure de l'œil de la partie postérieure (fig. 9.72). Le **cristallin** est une lentille biconvexe claire dont la forme s'arrondit sous l'effet de la contraction du muscle ciliaire et du relâchement des ligaments suspenseurs attachés au bord du cristallin, un processus contrôlé par le système parasympathique appelé l'*accommodation*.

Après le cristallin, la lumière passe à travers le corps vitré de la partie postérieure et se projette sur les couches de la rétine (fig. 9.73). La rétine est composée d'une couche non neuronale et de plusieurs couches de cellules nerveuses avec des connexions synaptiques. Pour réduire la quantité de lumière réfléchie dans l'œil, la couche choroïde tapisse la face profonde de la sclère (fig. 9.72), au contact de l'épithélium

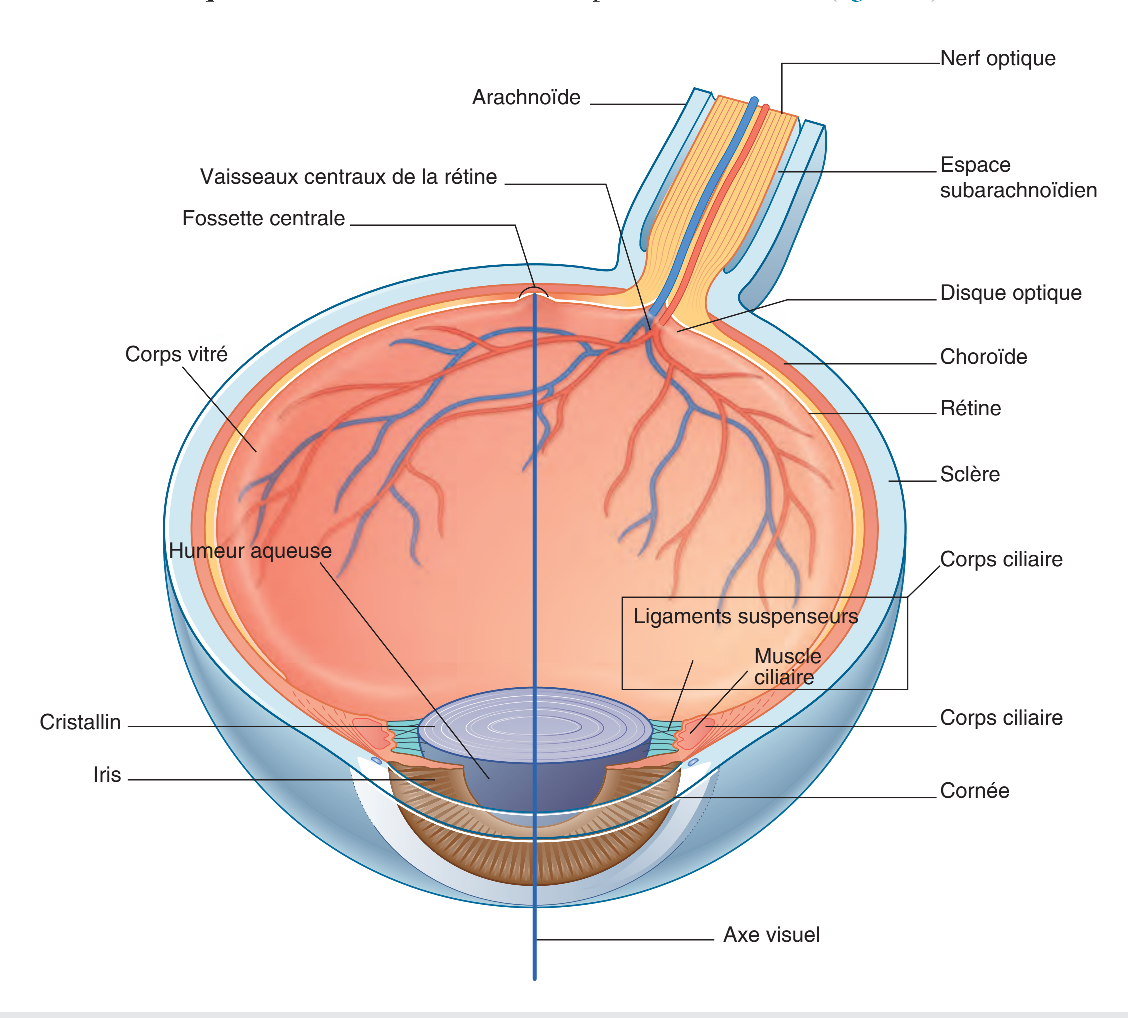


Figure 9.72 Œil droit. Coupe horizontale exposant l'axe visuel. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 28.2. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)



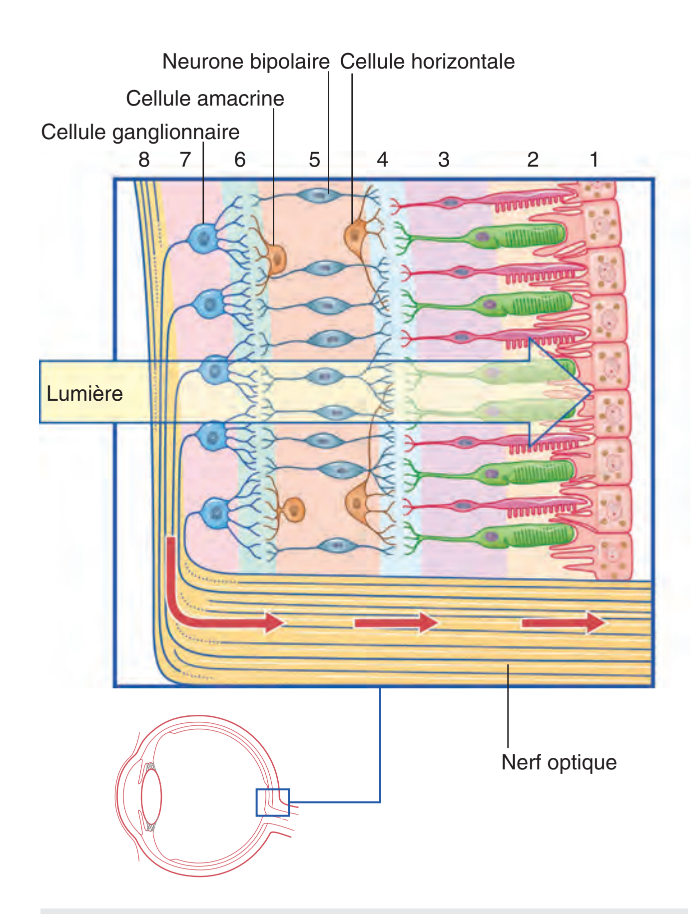


Figure 9.73 Couches de la rétine. 1. Couche pigmentaire. 2. Couche des photorécepteurs. 3. Couche nucléaire externe. 4. Couche plexiforme externe. 5. Couche nucléaire interne. 6. Couche plexiforme interne. 7. Couche de cellules ganglionnaires. 8. Couche de fibres nerveuses. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy*. 7th ed., Fig. 28.4. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

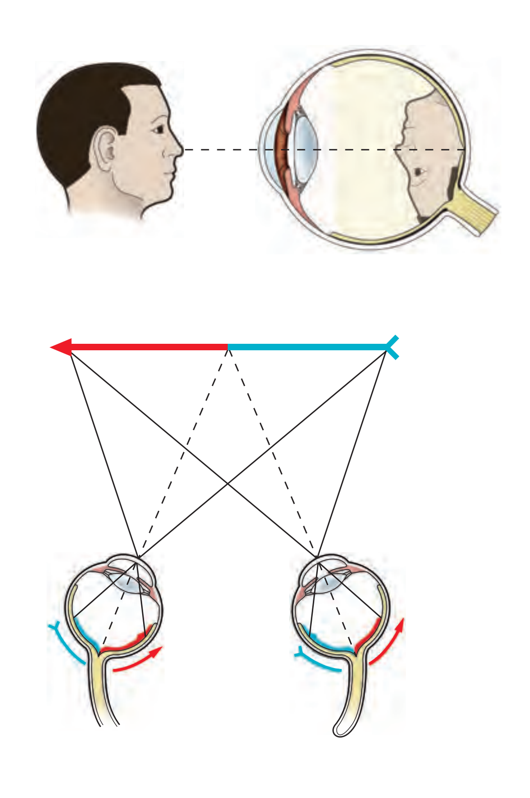


Figure 9.74 Champ visuel projeté sur la rétine. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 15.3. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

pigmentaire (non neuronal) de la rétine, qui absorbe et réfléchit certains des stimulus lumineux (fig. 9.73). En interconnexion avec les cellules épithéliales pigmentaires, les cellules photoréceptrices transforment le stimulus lumineux en un signal électrique et ce processus est appelé la *phototransduction*. Les images formées sur la rétine sont inversées dans les plans vertical et horizontal (fig. 9.74). Le champ visuel est défini par quatre quadrants : gauche/droit et supérieur/inférieur.

Les cellules photoréceptrices comprennent des **bâtonnets**, qui sont très sensibles à la lumière et essentiels pour la vision dans des conditions de faible éclairage, et des **cônes**, qui assurent la vision des couleurs et la haute acuité visuelle. Bien que les bâtonnets et les cônes soient distribués dans la rétine, les bâtonnets sont vingt fois plus nombreux que les cônes et sont concentrés en périphérie de la rétine. Les cônes sont prédominants auprès de la macula et sont les seuls photorécepteurs présents dans la fossette centrale (fig. 9.72). La **fossette centrale** représente l'axe visuel primaire de l'œil et la localisation de l'acuité visuelle maximale. En dépit de ces différences fonctionnelles, les bâtonnets et les cônes ont un segment périphérique photosensible, un segment profond et une terminaison synaptique. Ces terminaisons synaptiques sont au contact des cellules bipolaires, les neurones de premier ordre de la voie visuelle (fig. 9.73). Les cellules bipolaires font ensuite synapse avec les cellules ganglionnaires, les neurones de deuxième ordre de la voie visuelle. Deux autres types de cellules de la rétine sont présents : les cellules horizontales et les cellules amacrines. Ces interneurones disposés transversalement diminuent le niveau d'excitation des cellules bipolaires et ganglionnaires.

VOIE VISUELLE CENTRALE

Les axones des cellules ganglionnaires se regroupent au niveau du **disque optique**, qui ne contient pas de photorécepteurs, et constitue ainsi une tache aveugle dans le champ visuel. En passant par le disque optique, ces axones se trouvent entourés par une gaine de myéline produite par des oligodendrocytes, et sont au contact des méninges crâniennes (fig. 9.72). Ces éléments morphologiques sont mis en place au cours du développement embryonnaire, et assimilent le nerf optique au SNC. En avant de la tige infundibulaire, les nerfs optiques convergent au niveau du chiasma optique. Dans le chiasma, les axones de la partie nasale de la rétine décussent et pénètrent dans le tractus optique controlatéral (fig. 9.75). À l'inverse, les axones de la partie temporale de la rétine restent ipsilatéraux pour s'engager dans le tractus optique ipsilatéral (fig. 9.75).

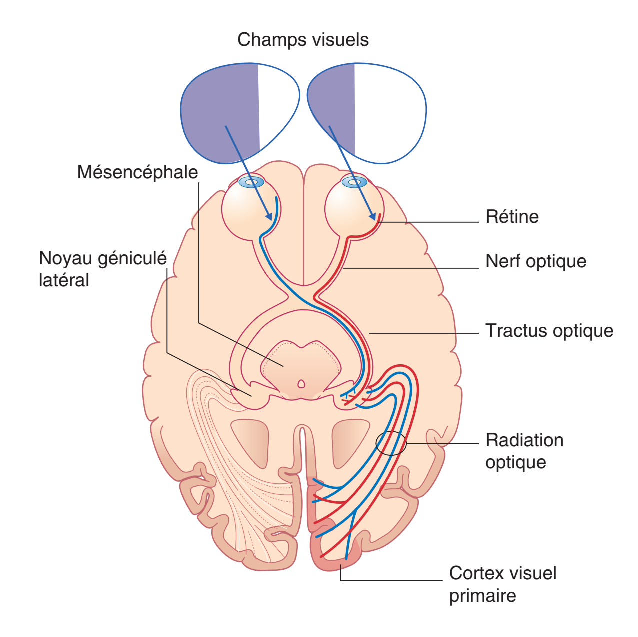


Figure 9.75 Voies visuelles. Les champs visuels des yeux gauche et droit sont représentés distinctement, sans l'intersection normale. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 28.9. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

En poursuivant leur trajet vers l'arrière, les tractus optiques cheminent autour du mésencéphale pour entrer dans le noyau géniculé latéral du thalamus (fig. 9.75). À ce niveau, une petite partie des fibres du tractus optique se dirigent vers l'aire prétectale et le collicule supérieur pour transmettre le réflexe pupillaire à la lumière. Les axones quittent le noyau géniculé latéral pour former les **radiations optiques**, qui se prolongent jusqu'au cortex visuel primaire dans le lobe occipital (fig. 9.76). Les fibres de la partie inférieure des radiations optiques se terminent sur la partie inférieure du cortex visuel primaire, alors que les fibres de la partie supérieure se terminent sur la moitié supérieure du cortex (fig. 9.76). La représentation du champ visuel dans la voie optique est largement exposée dans la figure 9.77.

Comme cela a été évoqué précédemment, les images formées sur la rétine sont inversées dans les plans vertical et horizontal. De plus, les fibres de la partie nasale de l'hémirétine décussent dans le chiasma optique. De ce fait, les tractus optiques, le thalamus, les radiations optiques et le cortex visuel primaire reçoivent des informations provenant seulement de la moitié controlatérale du champ visuel. La connaissance de la représentation du champ visuel dans la voie visuelle est essentielle pour identifier la localisation des lésions chez des patients qui présentent un déficit du champ visuel. Des exemples de lésions dans les cinq principales structures de la voie visuelle (nerf optique, chiasma optique, tractus optique, radiations optiques, cortex visuel primaire) et les déficits associés du champ visuel sont représentés dans la figure 9.78.

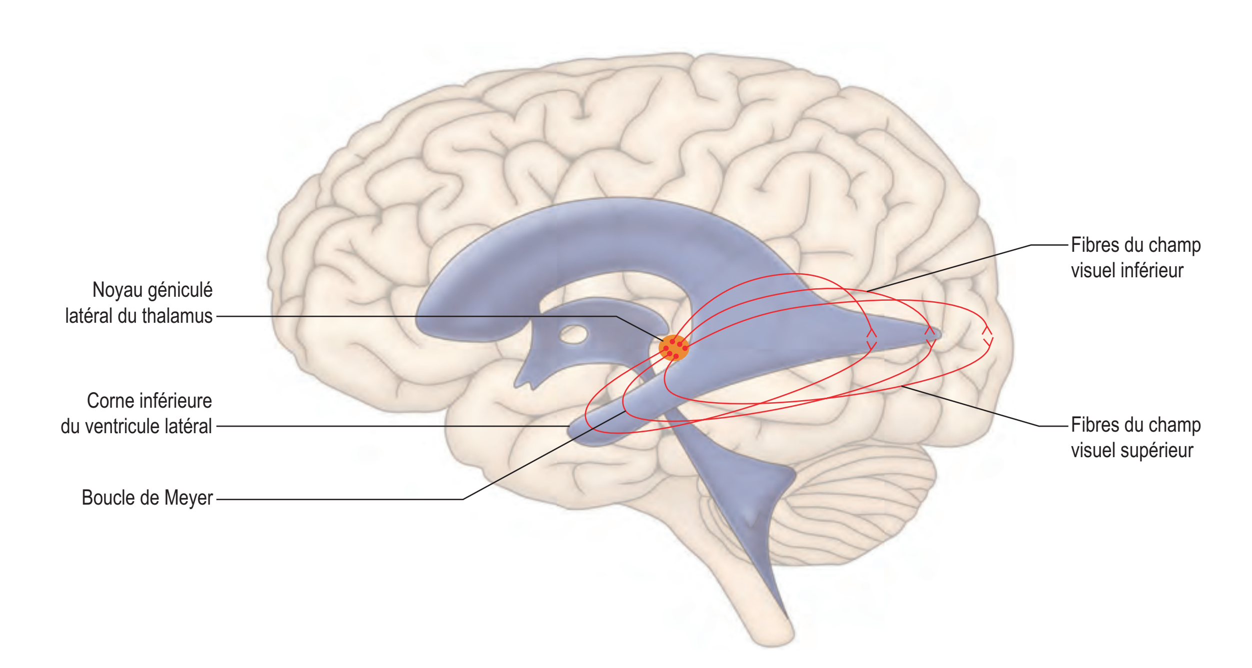


Figure 9.76 Fibres thalamocorticales se projetant sur le cortex visuel primaire depuis le noyau géniculé latéral. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 15.6. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

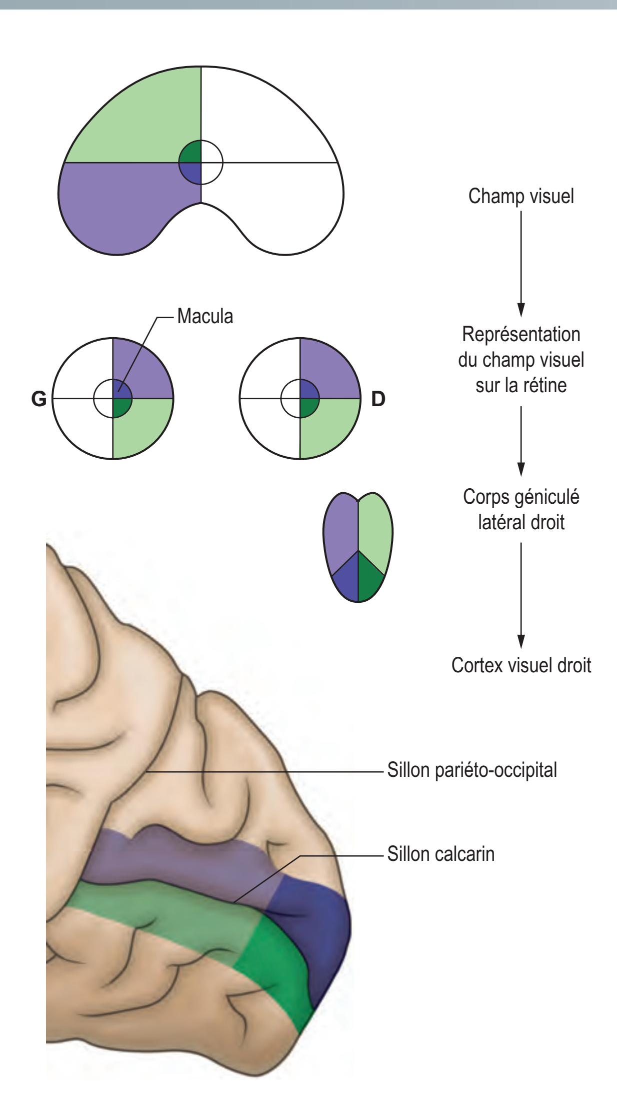


Figure 9.77 Représentation de la moitié gauche du champ visuel à différents niveaux le long de la voie visuelle. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 15.7. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

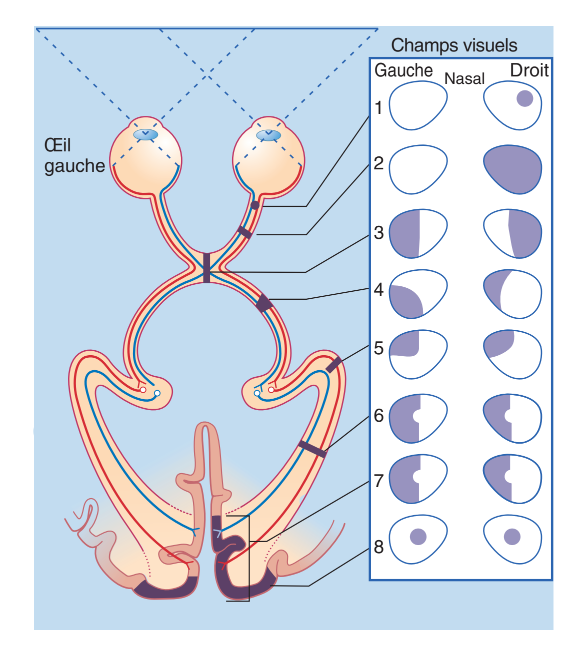


Figure 9.78 Déficits du champ visuel rencontrés lors de lésions le long de la voie visuelle. 1. Scotome ipsilatéral monoculaire. 2. Cécité monoculaire/ déficit visuel. 3. Hémianopsie bitemporale. 4. Hémianopsie homonyme controlatérale. 5. Quadranopsie supérieure homonyme controlatérale ; 6 et 7. Hémianopsie homonyme controlatérale avec préservation maculaire. 8. Scotome central bilatéral. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 28.11. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

Appareil de l'audition et de l'équilibration

Le nerf crânien VIII, nerf vestibulocochléaire, conduit l'information sensorielle des organes de l'audition et de l'équilibration de l'oreille interne jusqu'à la jonction pontomédullaire du tronc cérébral. Bien que ces informations sensorielles soient transportées par un nerf commun, chacune de ces fonctions sensorielles emprunte une voie centrale différente. Dans cette section, nous exposerons tout d'abord les voies de l'audition, puis les voies de l'équilibration.

VOIES DE L'AUDITION

Les ondes sonores, le stimulus de l'audition, sont dirigées vers le méat acoustique externe par la forme en cornet de l'oreille externe, et dans le conduit auditif jusqu'à la membrane tympanique (fig. 9.79). La vibration de la membrane tympanique, provoquée par les ondes sonores, est transmise aux trois osselets (malleus, incus et stapes) de l'oreille moyenne. Ces os amplifient les ondes sonores qui sont converties en ondes de pression sur la fenêtre ovale de la cochlée remplie de liquide. Pour prévenir les lésions causées par des sons bruyants ou intenses, les mouvements du malleus et du stapes sont réduits par les muscles tenseur du tympan et stapédien.

COCHLÉE

Dans la cochlée, les ondes sonores sont converties en signaux électriques dans l'organe de Corti. L'**organe de Corti** repose sur la membrane basilaire de la rampe moyenne, qui est remplie par l'endolymphe (fig. 9.80). En plus de sa contribution à la formation de la rampe moyenne avec la membrane vestibulaire, la **membrane basilaire** sépare la cochlée en **rampe vestibulaire** et **rampe tympanique**, qui sont remplies par la périlymphe et en continuité entre elles au niveau de l'**hélicotréma** (fig. 9.80).

En se propageant à travers la périlymphe, les ondes sonores mobilisent les cellules ciliées des organes de Corti

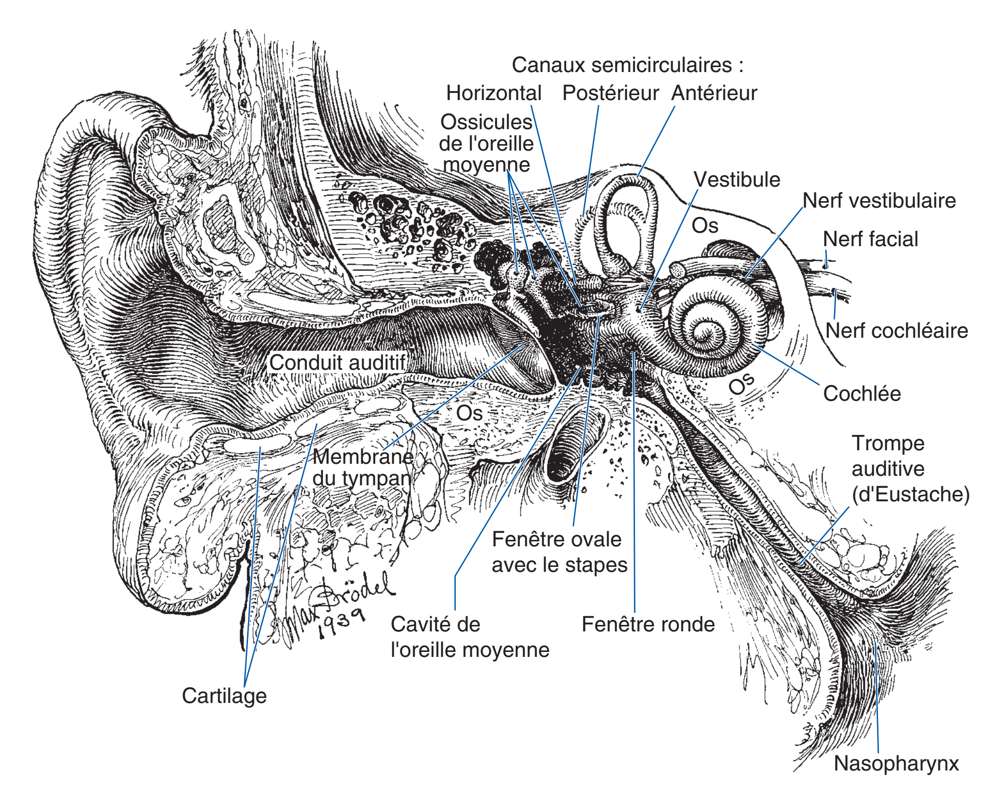
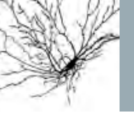


Figure 9.79 Dessin schématique de l'oreille droite, externe, moyenne et interne. La cochlée de l'oreille interne est localisée dans l'os temporal. (Source : Nolte J, Fig. 14-1; d'après Brödel M. *Three Unpublished Drawings of the Anatomy of the Human Ear.* Philadelphie : W.B. Saunders; 1946.)



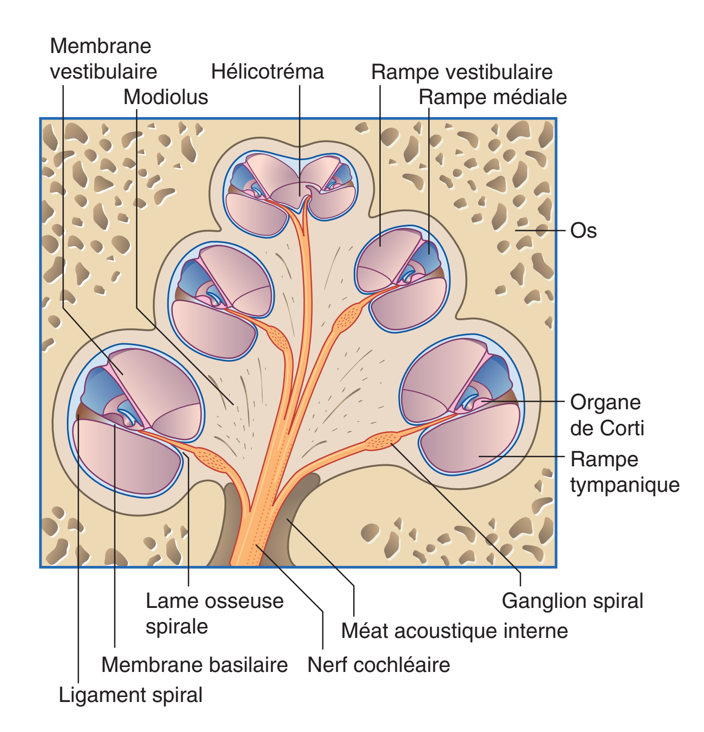
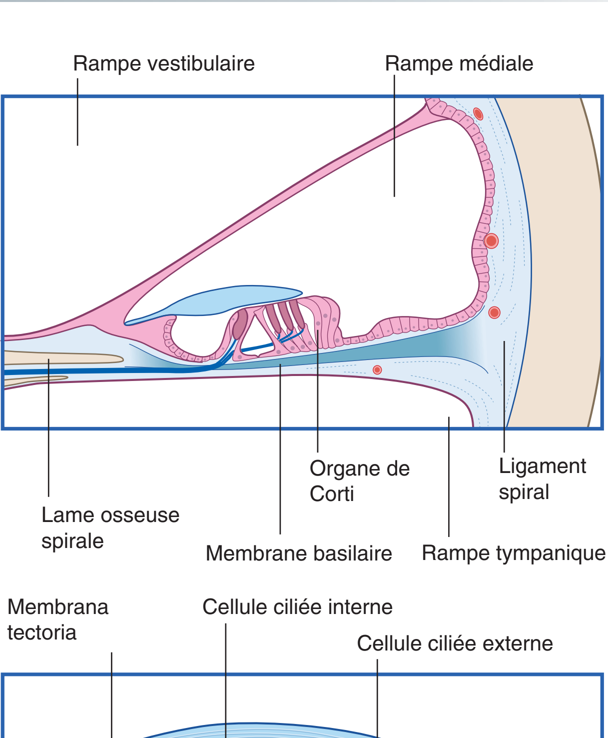
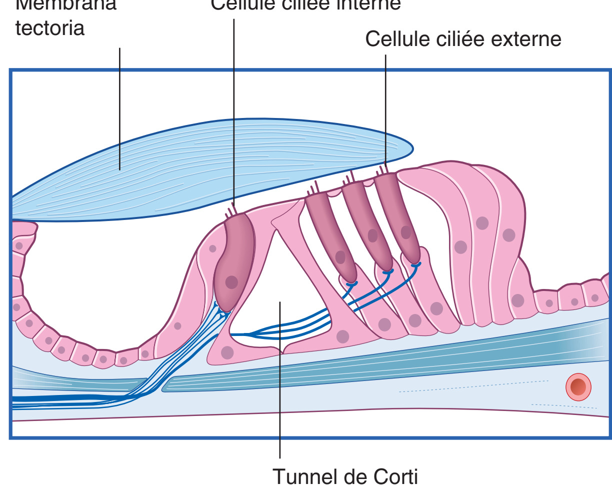


Figure 9.80 Coupe sagittale de la cochlée dans l'os temporal. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 20.1. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)





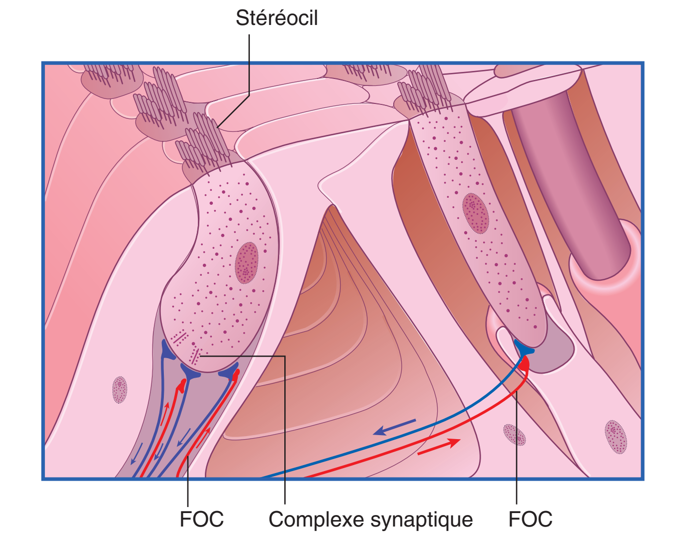


Figure 9.81 Vue globale de l'organe de Corti avec une vue agrandie des cellules ciliées et de leurs connexions avec le faisceau olivocochléaire (FOC). Les *flèches* précisent la direction de la propagation des influx le long de l'axone. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 20.2. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

(fig. 9.81A). Ces récepteurs sensoriels font synapse avec les neurones sensitifs, dont les corps cellulaires sont dans le ganglion spiral situé dans le modiolus de la cochlée (fig. 9.80). Les axones quittent le modiolus en formant le **nerf cochléaire** près de la base de la cochlée. Le nerf cochléaire passe ensuite dans le méat acoustique interne et l'espace subarachnoïdien pour entrer dans la jonction pontomédullaire à l'angle cérébellopontique.

VOIES CENTRALES DE L'AUDITION

Les axones de premier ordre qui entrent dans le tronc cérébral en venant de la cochlée se terminent ipsilatéralement sur les noyaux cochléaires dorsal et ventral. De là, les axones de deuxième ordre ont plusieurs cibles synaptiques. Ils forment la voie ascendante de l'audition, qui monte vers le pont, et se projettent bilatéralement sur le **noyau olivaire supérieur** (fig. 9.82).

Ces projections bilatérales sont importantes pour l'acuité auditive et la localisation de l'origine du son. Les fibres continuent de monter dans le lemnisque latéral et se terminent dans le collicule inférieur du mésencéphale. Les axones quittent le collicule inférieur et font un relais synaptique dans le noyau géniculé médial du thalamus avant d'atteindre la cible synaptique finale : le **cortex auditif primaire** (gyrus temporal supérieur) du lobe temporal (fig. 9.82).

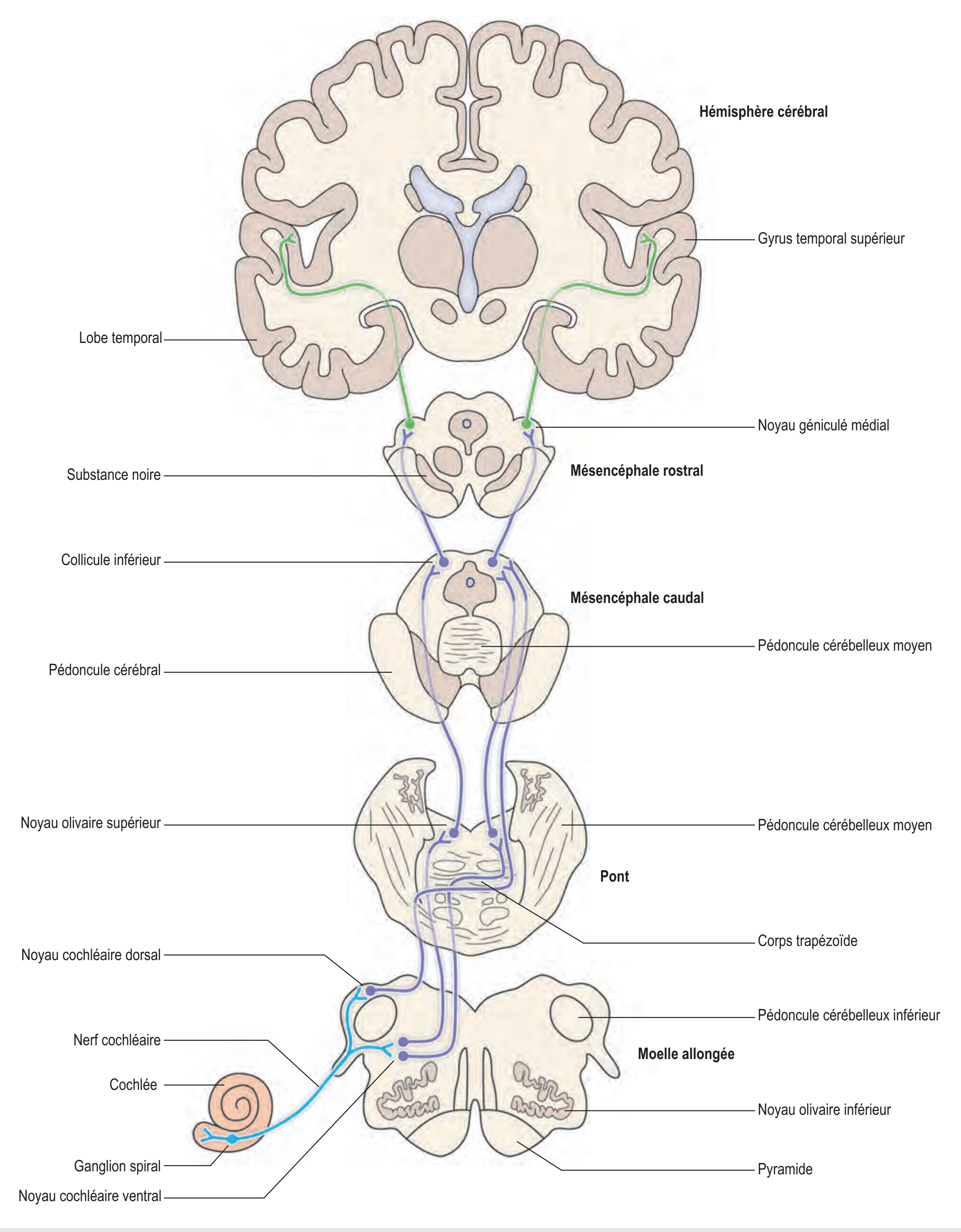
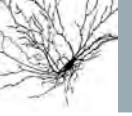


Figure 9.82 Connexions ascendantes du nerf auditif du nerf vestibulocochléaire (NC VIII). (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 10.22. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



Par cette voie, de la membrane basilaire au cortex auditif primaire, les stimulations auditives ont une représentation tonotopique. Cette représentation est analogue à la carte somatotopique précédemment décrite dans la section des voies somatosensitives.

En plus de la voie auditive ascendante, le noyau olivaire supérieur reçoit des afférences descendantes du cortex auditif primaire qui forment un rétrocontrôle (fig. 9.82). Le noyau olivaire supérieur envoie ensuite des fibres descendantes olivocochléaires vers l'organe de Corti, qui ont une fonction inhibitrice sur les cellules ciliées pour prévenir les lésions induites par des sons nuisibles. Il est aussi établi que le noyau olivaire supérieur a des connexions avec les noyaux moteurs du nerf trijumeau et du nerf facial pour provoquer la contraction réflexe des muscles tenseur du tympan et stapédien.

VOIES VESTIBULAIRES

Le nerf vestibulaire transmet les informations sensorielles afférentes concernant le mouvement et la position de la tête provenant des organes vestibulaires, qui comprennent les canaux semicirculaires, l'utricule et le saccule. Comme l'appareil de la cochlée, chacun de ces organes vestibulaires est situé dans une portion membraneuse de l'appareil vestibulaire, qui est entourée par une portion osseuse (canal) (fig. 9.83). Les corps cellulaires de ces récepteurs sensitifs sont localisés dans le ganglion vestibulaire (de Scarpa) dans le méat acoustique interne (fig. 9.83). Le nerf vestibulaire passe dans le méat acoustique interne et l'espace subarachnoïdien pour entrer dans la jonction pontomédullaire à l'angle cérébellopontique.

Voies vestibulaires centrales

Les prolongements centraux des axones vestibulaires se terminent principalement dans quatre **noyaux vestibulaires** (supérieur, inférieur, médial et latéral), qui sont situés dans la partie rostrale de la moelle allongée et de la partie caudale du pont (voir fig. 9.40). Les axones qui quittent les noyaux vestibulaires ont plusieurs cibles synaptiques ascendantes et descendantes. Ces voies sont connectées avec les voies visuelles, les voies descendantes motrices et les voies cérébelleuses pour coordonner les mouvements et maintenir la posture et l'équilibre (fig. 9.84).

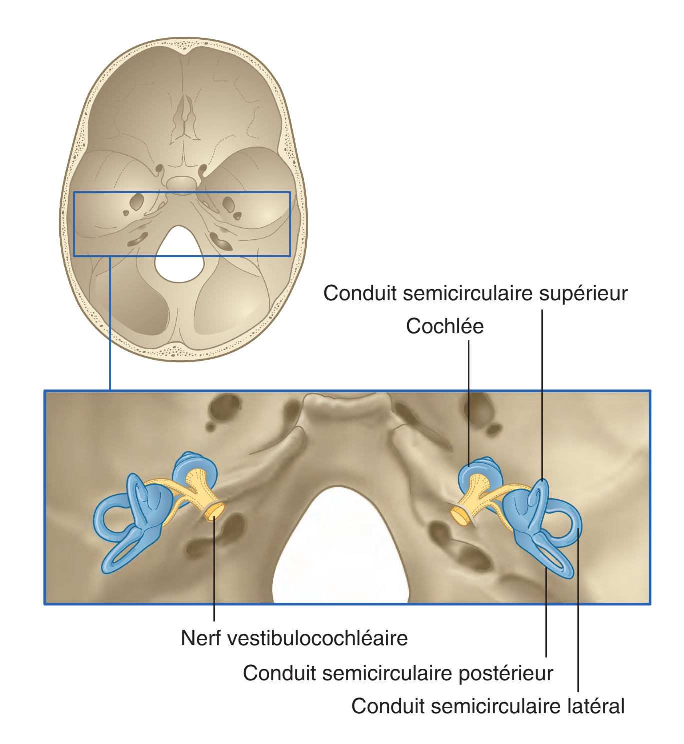


Figure 9.83 Labyrinthe osseux. Vue supérieure de la cochlée et des canaux semicirculaires. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 19.1. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

Les axones ascendants, après avoir quitté les noyaux vestibulaires, forment le **faisceau longitudinal médial** pour gagner les noyaux oculomoteur, **trochléaire** et **abducens** (fig. 9.85). Ces connexions coordonnent le mouvement de la tête et des yeux pour maintenir la fixation visuelle sur un objet. D'autres axones ascendants depuis le noyau vestibulaire se projettent sur le cortex cérébral après un relais synaptique dans le noyau postérieur ventral du thalamus (fig. 9.84B). Cette connexion participe à l'orientation consciente dans l'espace. En plus de ces connexions, des axones quittent les noyaux vestibulaires et passent dans le pédoncule cérébelleux inférieur pour gagner le cervelet et contrôler l'équilibre (fig. 9.84B).

Les axones descendants, après avoir quitté les noyaux vestibulaires, forment les **tractus vestibulospinaux médial** et **latéral** ipsilatéraux (fig. 9.84B). Comme cela a été mentionné dans la section précédente sur les systèmes moteurs médiaux de la moelle spinale, les axones dans cette voie font synapse avec les interneurones dans la corne antérieure de la substance grise pour contrôler l'activité neuronale spinale motrice et maintenir la posture et l'équilibre.

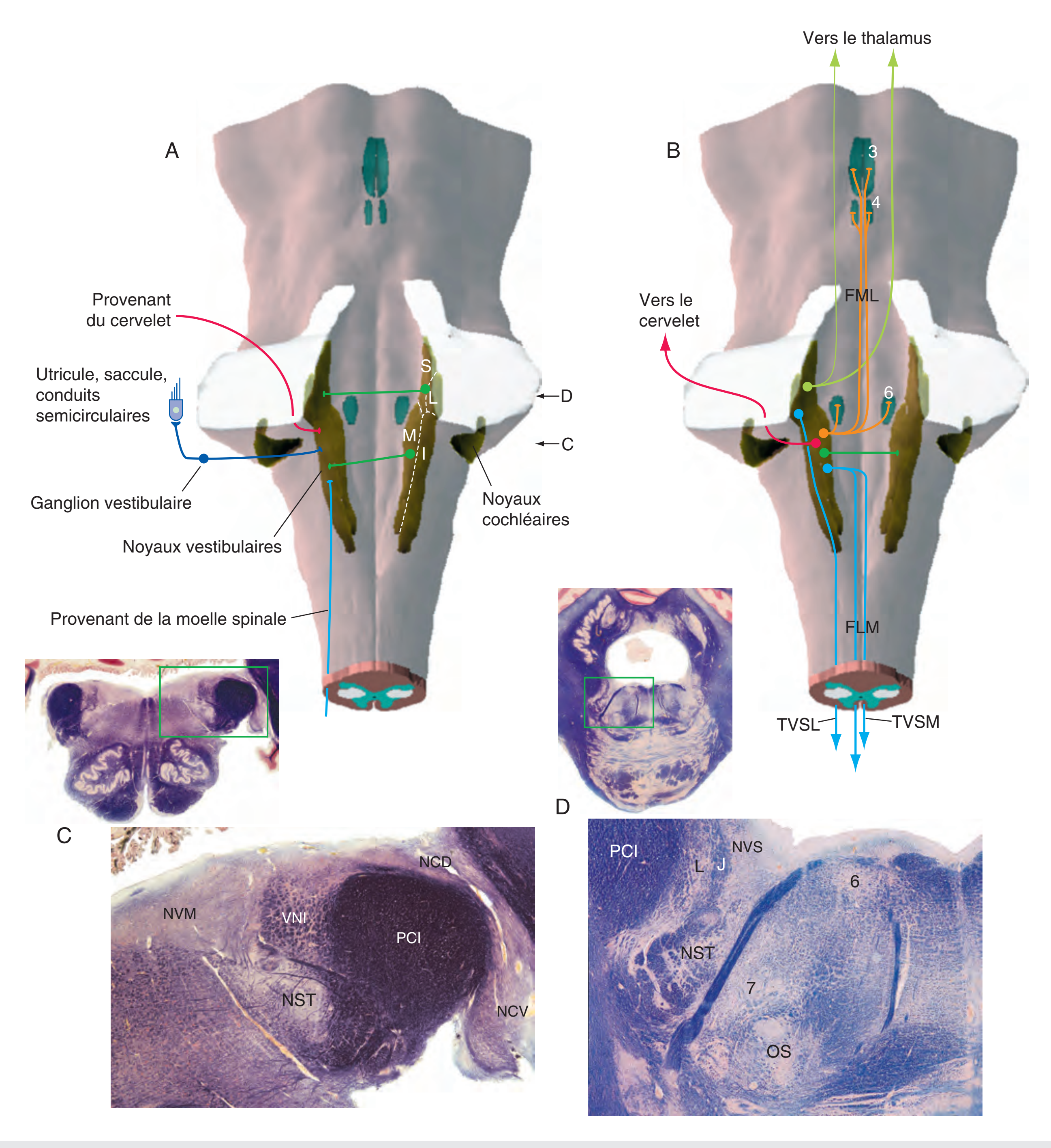


Figure 9.84 Connexions des noyaux vestibulaires. Entrées (**A**) et sorties (**B**). C et D renvoient à des coupes de la moelle allongée (**C**) et du pont (**D**) montrant les noyaux vestibulaires. 3 : noyau oculomoteur ; 4 : noyau trochléaire ; 6 : noyau abducens ; 7 : noyau facial moteur ; FLM : faisceau longitudinal médial ; I et NVI : noyau vestibulaire inférieur ; J : corps juxtarestiforme ; L : noyau vestibulaire latéral ; M et NVM : noyau vestibulaire médial ; NCD : noyau cochléaire dorsal ; NCV : noyau cochléaire ventral ; NST : noyau spinal trigéminal ; OS : noyau olivaire supérieur ; PCI : pédoncule cérébelleux inférieur ; S et NVS : noyau vestibulaire supérieur ; TVSL : tractus vestibulospinal latéral ; TVSM : tractus vestibulospinal médial. (Source : Nolte J. *The Human Brain.* 7th ed., Fig. 14.29. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)



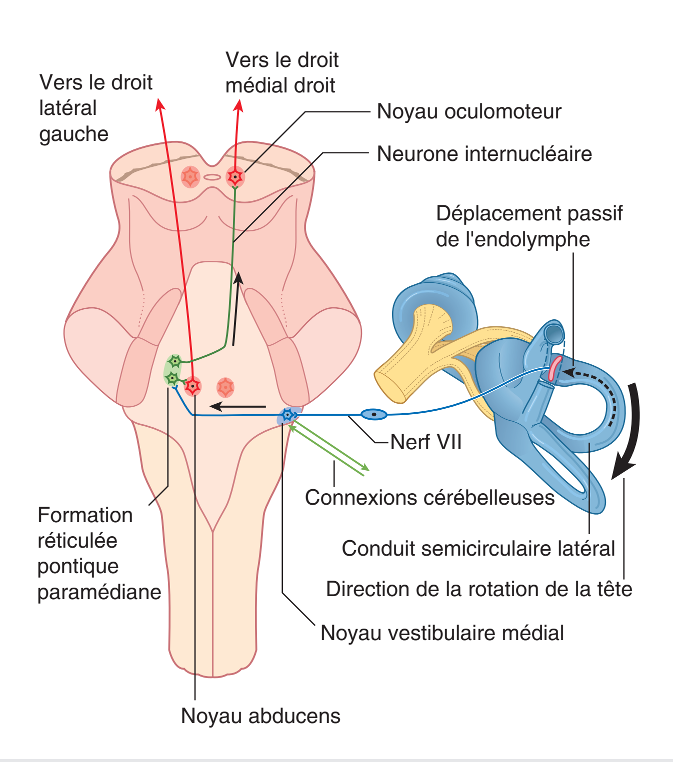


Figure 9.85 Coordination de la tête et des mouvements. La rotation de la tête vers la droite stimule le noyau vestibulaire médial droit qui envoie une impulsion vers la formation réticulée pontique paramédiane (FRPP) controlatérale. La FRPP envoie un influx vers les neurones moteurs du nerf abducens qui innerve le muscle droit latéral et envoie également des fibres internucléaires vers le faisceau longitudinal médial (FLM) droit. Le FLM se projette sur le noyau oculomoteur droit, qui envoie des axones innerver le muscle droit médial droit. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 19.5. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

Hypothalamus

L'hypothalamus est un organe neuroendocrine qui régule les processus physiologiques de la survie tels que l'hydratation et la nourriture, le contrôle de la température, le cycle veille-sommeil, la croissance et la reproduction. Du fait de ces nombreuses fonctions, les noyaux de l'hypothalamus sont connectés avec plusieurs autres structures nerveuses et endocrines du corps (fig. 9.86). Dans cette section, nous décrirons les noyaux de l'hypothalamus et leurs principales connexions.

LIMITES DE L'HYPOTHALAMUS

Situé dans la partie la plus ventrale du diencéphale, l'hypothalamus est limité par la **lame terminale** en avant, le **sillon hypothalamique** en haut et le **tegmentum du mésencéphale** en arrière (fig. 9.87). Latéralement, l'hypothalamus est bordé par la **substance innominée** rostralement et le bras postérieur de la **capsule interne** caudalement. Il forme le plancher en complément de la partie antérieure des parois latérales du troisième

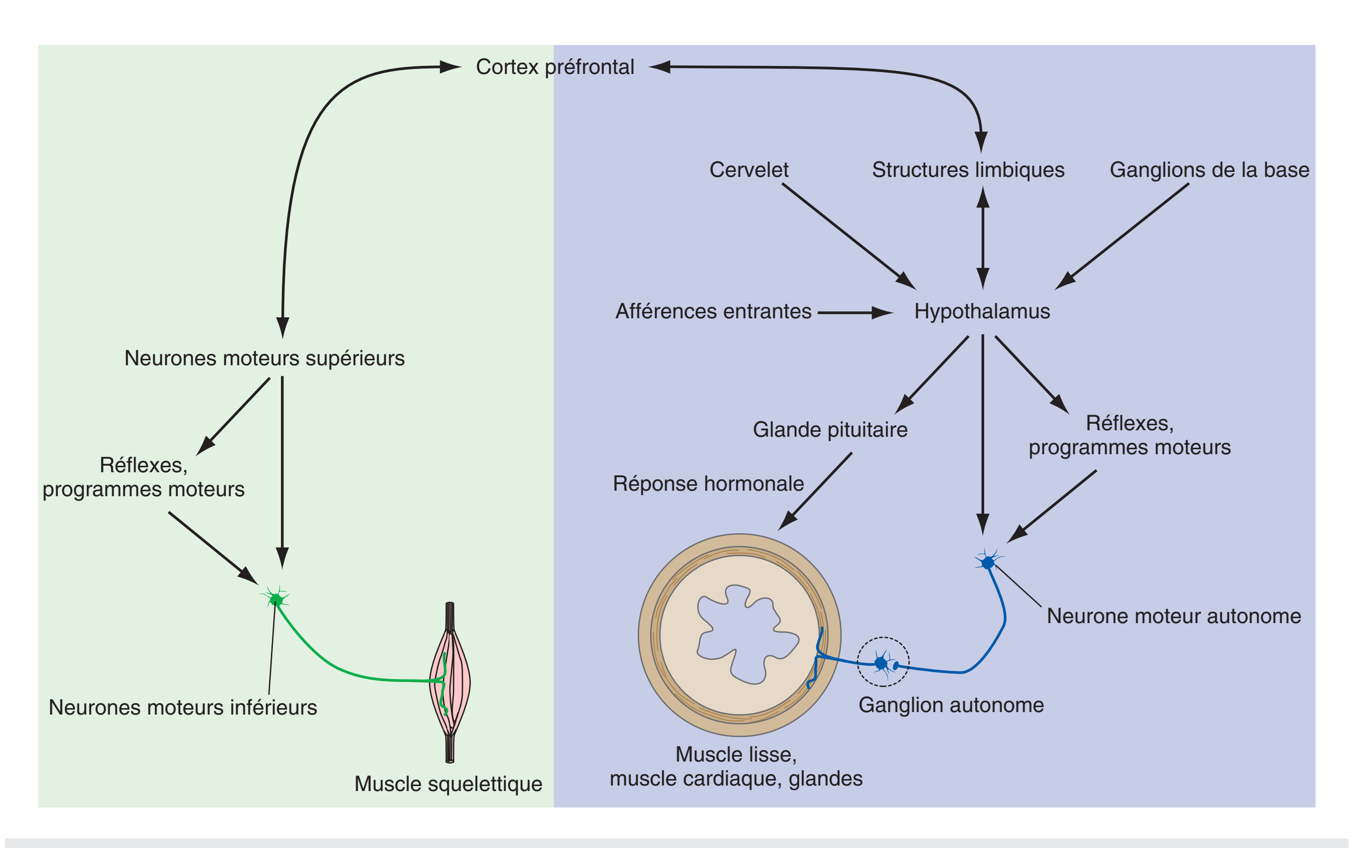


Figure 9.86 Vue globale des fonctions régulées par l'hypothalamus. (Source : Nolte J. *The Human Brain.* 7th ed., Fig. 23-2. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)



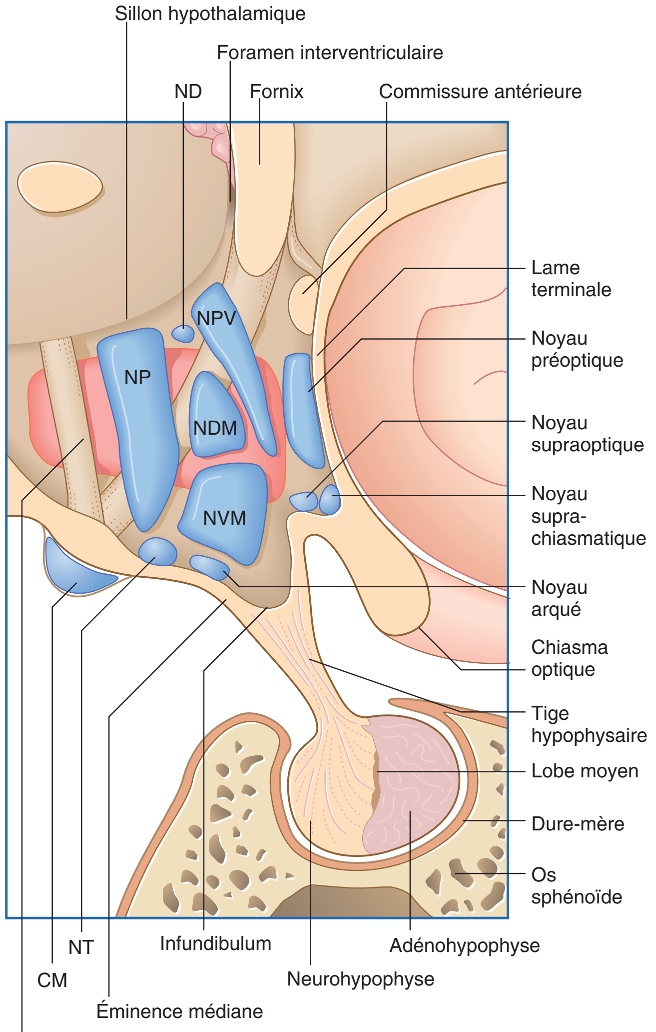


Figure 9.87 Vue latérale des noyaux hypothalamiques. CM : corps mamillaires ; ND : noyau dorsal ; NDM : noyau dorsomédial ; NP : noyau postérieur ; NPV : noyau paraventriculaire ; NT : noyau tubéromamillaire ; NVM : noyau ventromédial. La structure rose représente le noyau hypothalamique latéral. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 26.1. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

ventricule. Lorsque l'on observe la face externe du cerveau antérieur, l'aire contenant l'hypothalamus est circonscrite par le chiasma optique, le tractus optique, le pédoncule cérébral et le bord caudal des corps mamillaires (fig. 9.88).

CONNEXIONS AVEC LA GLANDE PITUITAIRE

L'hypothalamus est en continuité en bas avec la **glande pituitaire**. Ces deux structures sont connectées par l'infundibulum et la tige hypophysaire juste en position caudale par rapport au chiasma optique (fig. 9.87). Le rapport intime de l'hypothalamus avec la circulation portale de la glande pituitaire permet à l'hypothalamus d'être un régulateur efficace de la synthèse et de la sécrétion hormonale. Les facteurs stimulants et inhibiteurs synthétisés par l'hypothalamus passent dans ces vaisseaux du système porte via le **tractus tubéro-infundibulaire** (fig. 9.89) pour gagner la glande pituitaire antérieure (adénohypophyse) et contrôler la libération des hormones produites par la glande pituitaire antérieure comme l'hormone adrénocorticotrophine, l'hormone lutéinisante, l'hormone folliculostimulante, l'hormone thyrostimulante, l'hormone de croissance et la prolactine (fig. 9.90).

Une seconde connexion existe entre l'hypothalamus et la glande pituitaire par des fibres nerveuses, qui naissent dans la région supra-optique et les noyaux paraventriculaires de l'hypothalamus, et s'étend par le tractus hypothalamohypophysaire vers le lobe postérieur de la glande pituitaire pour se déverser dans le système circulatoire (fig. 9.89).

DIVISIONS FONCTIONNELLES DE L'HYPOTHALAMUS

Intérieurement, l'hypothalamus est constitué de nombreux petits noyaux, qui sont divisés dans le plan parasagittal en une zone médiale et une zone latérale. Les repères de ce point de division sont les **colonnes du fornix** et le **tractus mamillothalamique** qui se situent dans ce plan sagittal (fig. 9.91). L'hypothalamus est aussi divisé par des plans coronaux en une aire pré-optique et une zone périventriculaire. La zone périventriculaire ne doit pas être confondue avec le noyau périventriculaire, qui est une fine région de corps cellulaires située en dedans de la zone médiale.

Zone latérale

Dans la zone latérale de l'hypothalamus se trouve un grand faisceau d'axones qui forme le **faisceau médial du télencéphale** (FMT) (fig. 9.90).

Ces fibres connectent l'hypothalamus avec les noyaux du septum rostralement et les complexes nucléaires dans le tronc cérébral. Les axones provenant du grand noyau latéral dans cette zone entre dans le FMT et fonctionnent en stimulant le comportement alimentaire. L'autre groupe de noyaux, plus petit, dans cette zone, est le groupe tubéral. Les axones des noyaux tubéraux établissent des connexions avec la glande pituitaire antérieure à travers le tractus tubéro-infindibulaire pour réguler la libération d'hormones dans le système porte hypophysaire et vers le cervelet pour réguler l'activité motrice (fig. 9.89).

Zone médiale

La zone médiale est divisée en trois régions : supraoptique, tubérale et mamillaire. Il y a quatre noyaux dans la région supraoptique, qui jouent un rôle dans la thermorégulation, l'osmorégulation et le cycle veille-sommeil. Les

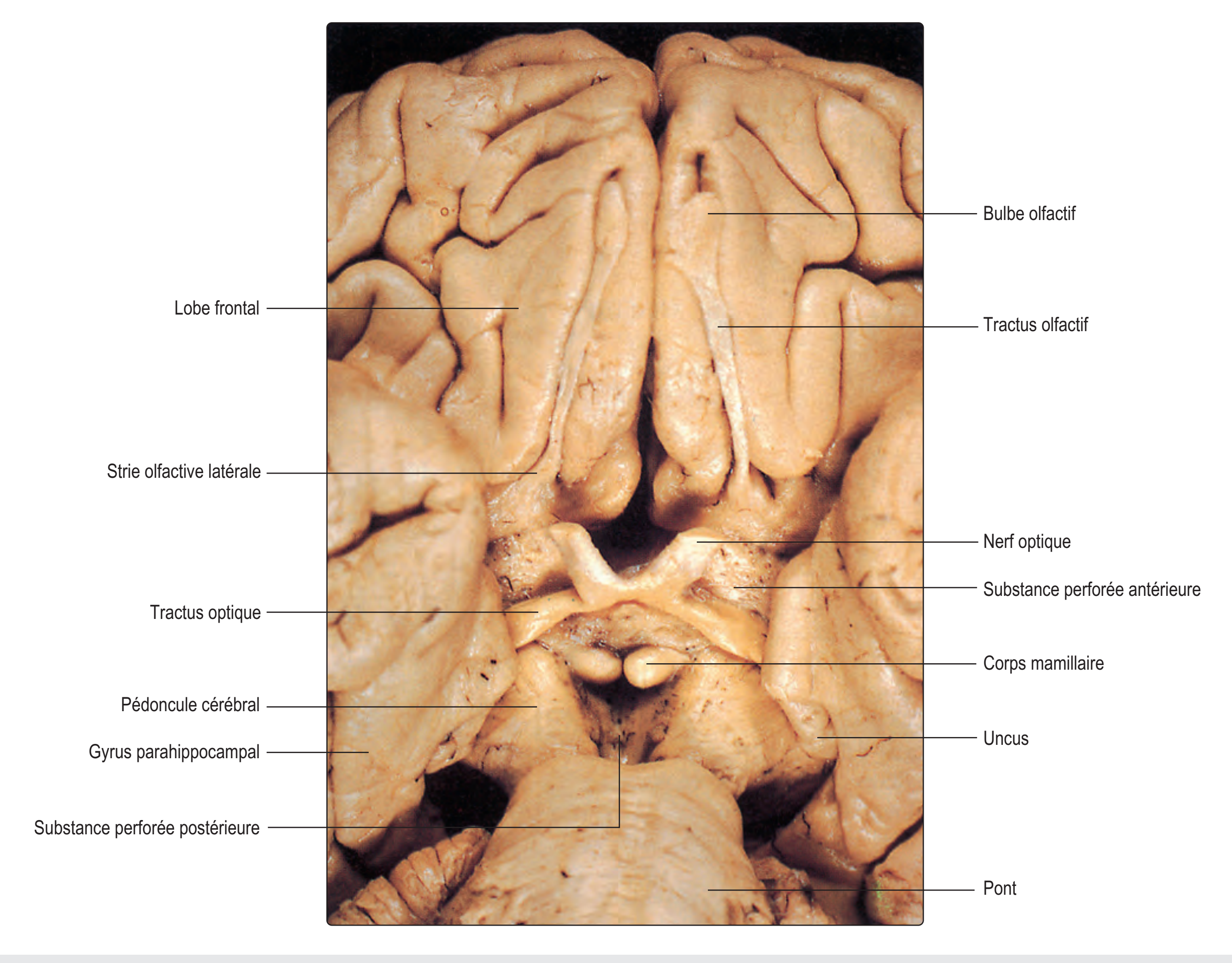


Figure 9.88 Structures bordant l'hypothalamus. Sur la face ventrale du cerveau, l'hypothalamus est limité par le chiasma optique, le tractus optique, les pédoncules cérébraux et les corps mamillaires. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 16.17. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



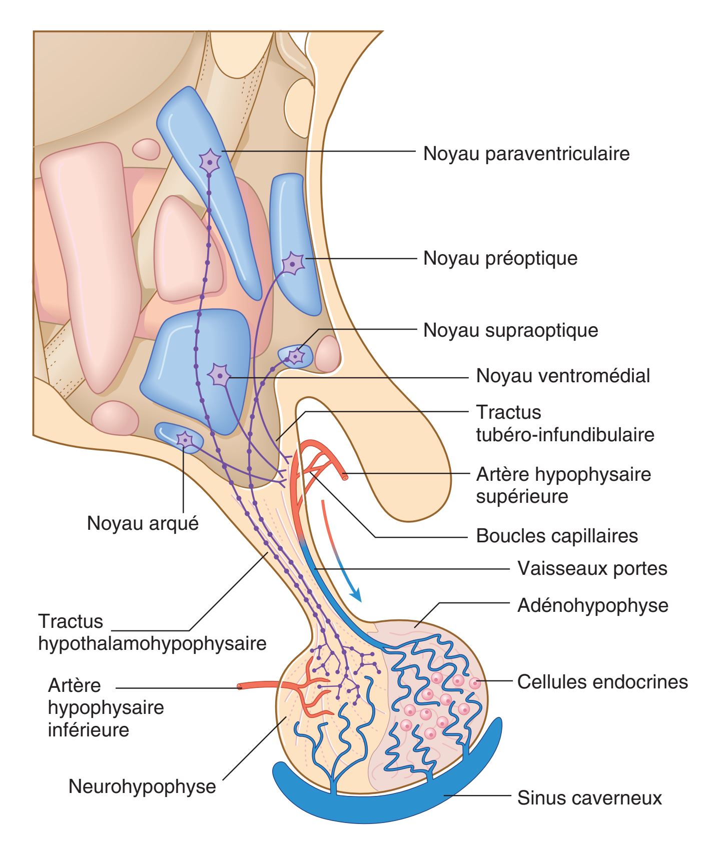
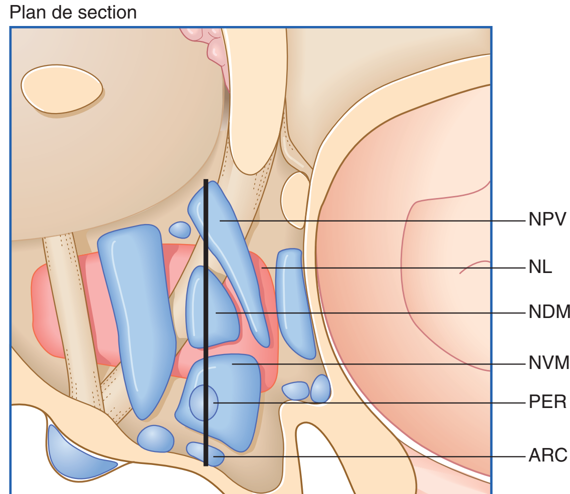


Figure 9.89 Connexions hypothalamiques neuroendocrines avec le système porte. La *flèche* désigne la direction du flux sanguin vers le système porte. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 26.3. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)



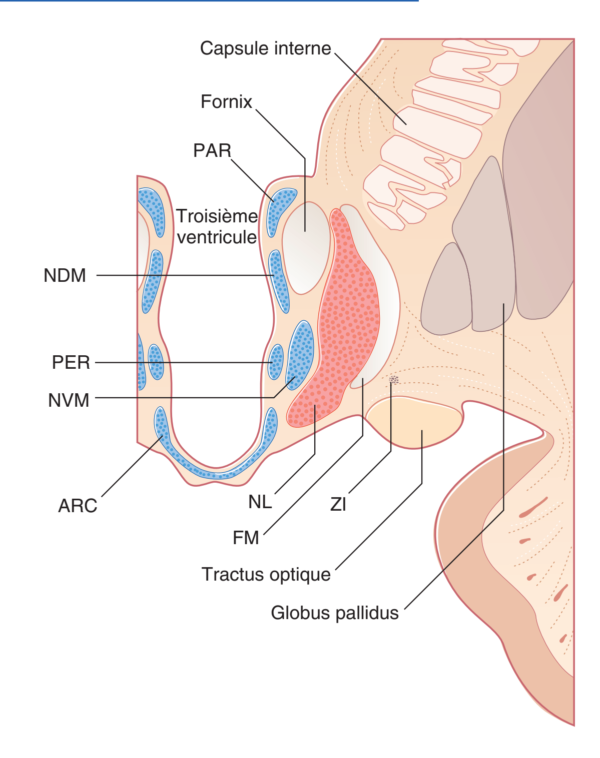


Figure 9.90 Noyaux hypothalamiques. Coupe coronale des noyaux hypothalamiques et de leurs voies nerveuses associées. ARC : noyau arqué ; FM : faisceau médial du télencéphale ; NDM : noyau dorsomédial ; NL : noyau latéral ; NPV : noyau paraventriculaire ; NVM : noyau ventromédial ; PAR : noyau paraventriculaire ; PER : noyau périventriculaire ; ZI : zona incerta. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 26.2. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

noyaux supraoptiques et **paraventriculaires** de cette région synthétisent l'hormone antidiurétique ou vasopressine, qui stimule la prise d'eau, et l'ocytocine qui stimule les contractions utérines et la lactation dans les glandes mammaires. Les axones de ces noyaux sont portés par le tractus hypothalamohypophysaire jusqu'au système circulatoire de la glande pituitaire postérieure (fig. 9.89). Un troisième groupe nucléaire dans cette région est constitué par le **noyau suprachiasmatique**. Ce noyau reçoit directement les influx de la rétine pour contrôler le rythme circadien, qui contribue au cycle clair-sombre. Le noyau antérieur est le groupe final et agit surtout en régulant la température.

La région tubérale, dans la zone médiale, contient trois noyaux : **ventromédial**, **dorsomédial** et **arqué**. Le plus grand et le mieux défini est le noyau ventromédial, qui fonctionne comme les centre de la satiété pour inhiber le comportement alimentaire. En arrière du noyau ventromédial se situe le noyau dorsomédial, qui commande l'expression comportementale de la colère ou de l'agressivité. Finalement, le noyau arqué sert de centre de commande des hormones, qui sont transmises par le tractus tubéro-infundibulaire et le système porte hypophysaire à la glande pituitaire antérieure (fig. 9.89).

La région mamillaire ou corps mamillaire est le groupe terminal de noyaux dans la zone médiale. Quatre noyaux participent à cette région : **médial**, **intermédiaire**, **mamillaire latéral** et **hypothalamique postérieur**. Le mieux délimité est le noyau mamillaire médial, qui est le site primaire de terminaison des axones du fornix postcommissural. Cette voie naît du subiculum du complexe hippocampal et joue un rôle dans la mémoire. Les noyaux mamillaires médiaux sont aussi connectés au système limbique.

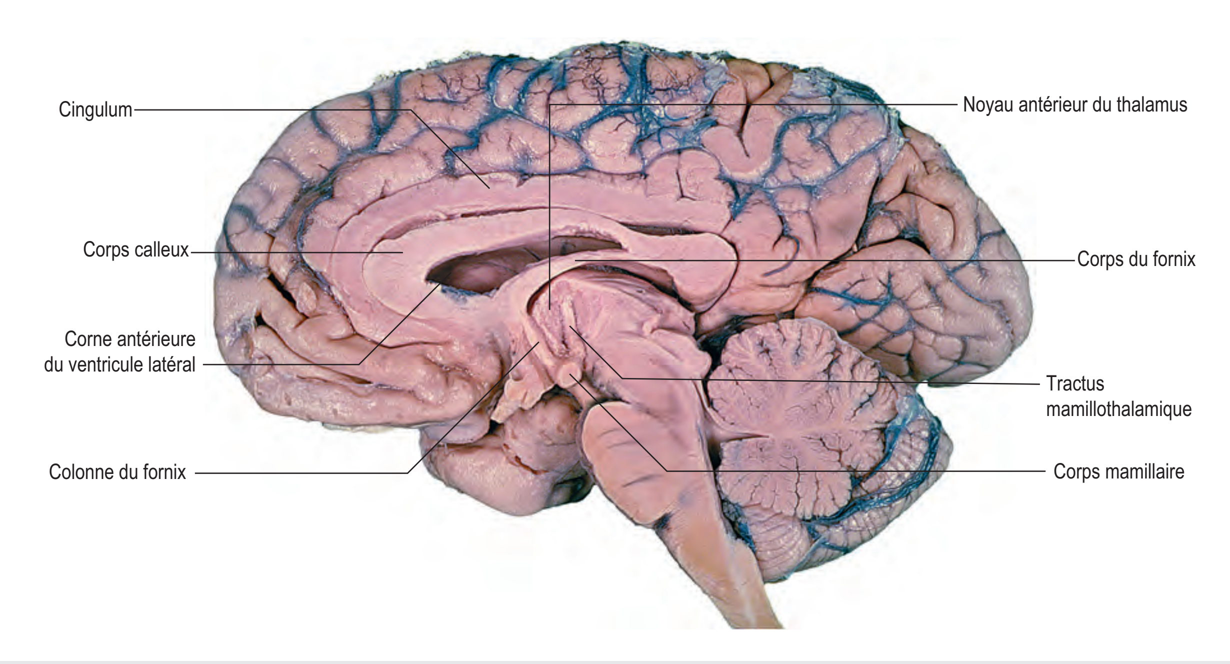


Figure 9.91 Diencéphale. Dissection médiale du diencéphale exposant le fornix et ses rapports avec le corps mamillaire et le tractus mamillothalamique. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 16.6. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

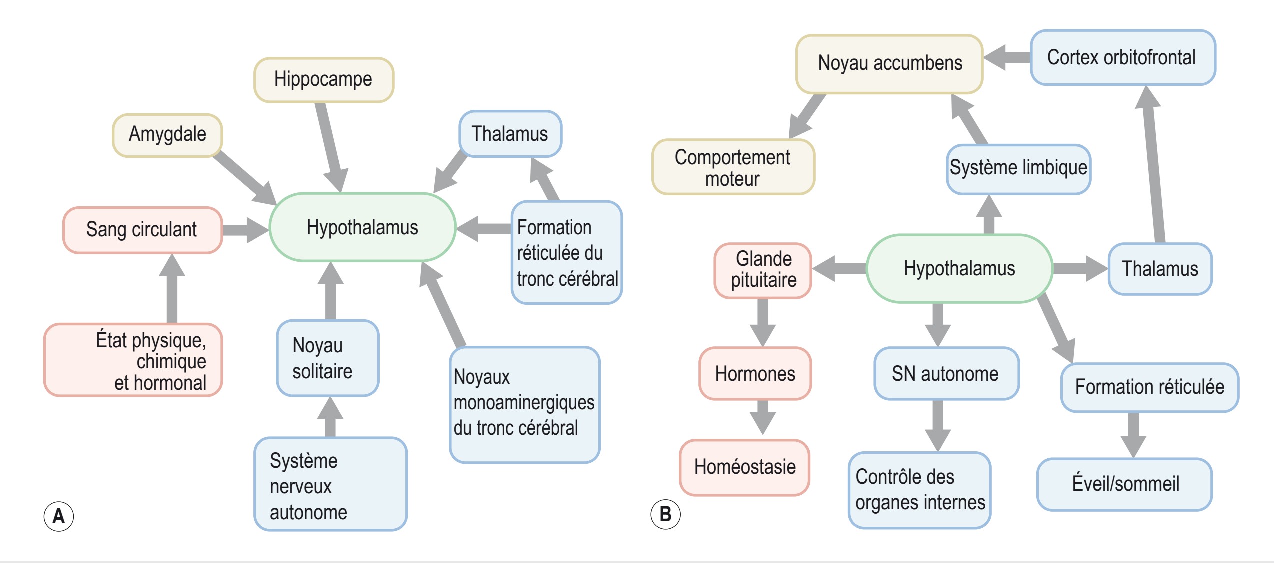


Figure 9.92 Connexions nerveuses et non nerveuses de l'hypothalamus. **A.** Afférences. **B.** Efférences. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 16.4. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

Zone périventriculaire

La zone périventriculaire se situe en dedans de la zone médiale adjacente aux cellules épendymaires du troisième ventricule. Les neurones de cette zone commandent essentiellement la sécrétion des hormones. Les axones de ces cellules nerveuses se projettent à travers le tractus tubéro-infundibulaire dans le système porte hypophysaire pour contrôler la sécrétion des hormones de la glande pituitaire antérieure.

RÉSUMÉ DES CONNEXIONS

À travers la présentation de l'hypothalamus, il apparaît que cette petite structure de 4 g a un rôle significatif dans la régulation viscérale, endocrine et dans les fonctions comportementales par de multiples voies. Il est important de se souvenir que la majorité des voies mentionnées représentent les rapports afférents-efférents entre l'hypothalamus et les autres structures. Pour une synthèse des afférences et efférences neuronales et non neuronales, voir la figure 9.92A,B.



Système olfactif et limbique

SYSTÈME OLFACTIF

L'olfaction a un rôle à la fois dans des expériences de plaisir et de survie. Les mêmes récepteurs qui nous permettent d'apprécier la nourriture que nous consommons ou de reconnaître des odeurs dans notre environnement nous aident aussi à éviter des aliments avariés ou des situations potentiellement à risque comme un feu. À la différence des autres voies du système sensitif et sensoriel, la voie de l'olfaction est unique par le fait qu'elle n'a pas de relais thalamique avant d'atteindre le cortex olfactif primaire. Dans cette section, nous étudierons le trajet des neurones dans le système olfactif et leur connexion avec le système limbique.

Trois types de récepteurs olfactifs sont présents dans l'épithélium olfactif le long des parois latérales et septales de la cavité nasale. Ces cellules permettent la régénération (**cellules souches basales**), le soutien (**cellules sustentaculaires**) et la transmission des informations (**neurones récepteurs olfactifs**). Chaque neurone olfactif récepteur possède une vésicule olfactive avec des cils qui contiennent des molécules odorantes et un axone non myélinisé qui passe à travers la **lame cribriforme** pour se terminer dans le **bulbe olfactif** (fig. 9.93). Comme le neurone récepteur olfactif a son origine embryologique dans le SNC, il est considéré comme appartenant au SNC et non pas au SNP.

Après avoir fait synapse avec les cellules mitrales dans les glomérules du bulbe olfactif, les axones des cellules mitrales convergent pour former le **tractus olfactif**. Le tractus olfactif se divise ensuite en **stries olfactives médiales** et **latérales** pour gagner les différentes cibles synaptiques (fig. 9.94). Certains axones des stries olfactives médiales cheminent dans la bande diagonale pour atteindre les aires septales, alors que les autres croisent la ligne médiale dans la commissure antérieure et inhibent l'activité des cellules mitrales dans le bulbe olfactif controlatéral pour favoriser la localisation de la stimulation olfactive. Les axones de la strie olfactive latérale se terminent principalement dans le cortex piriforme/primaire de l'uncus et dans l'amygdale (fig. 9.94).

Le faisceau médial du cerveau antérieur, qui chemine dans l'hypothalamus latéral, connecte le cortex olfactif à la fois avec l'hypothalamus et le tronc cérébral pour réguler les réponses autonomes comme l'éveil par la formation réticulaire, la salivation et la contraction gastrique.

Figure 9.93 Connexions cellulaires de l'épithélium olfactif. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 34.1. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

SYSTÈME LIMBIQUE

Le système limbique est compose de plusieurs structures corticales et subcorticales qui participent à un réseau intriqué de connexions pour réguler les activités complexes et les comportements comme la mémoire, les émotions, les fonctions homéostatiques et l'état motivationnel. Dans cette section, nous étudierons les principales structures et les voies qui forment le système limbique.

Globalement, le lobe limbique présente une aire de structures corticales en forme d'anneau qui borde le tronc cérébral. Ces structures corticales comprennent le gyrus cingulaire, le gyrus parahippocampal et l'aire subcalleuse (voir fig. 9.12). Latéralement, le cortex insulaire participe aussi à la fonction du système limbique (voir fig. 9.10). Les structures nucléaires du système limbique sont l'amygdale, la formation hippocampale, les noyaux antérieur et médiodorsal du thalamus, les noyaux septaux et le noyau accumbens (fig. 9.95).

Amygdale

Le noyau amygdalien est une structure en forme d'amande, située en avant de la corne inférieure du ventricule latéral et de la queue du noyau caudé dans le lobe temporal (fig. 9.96).

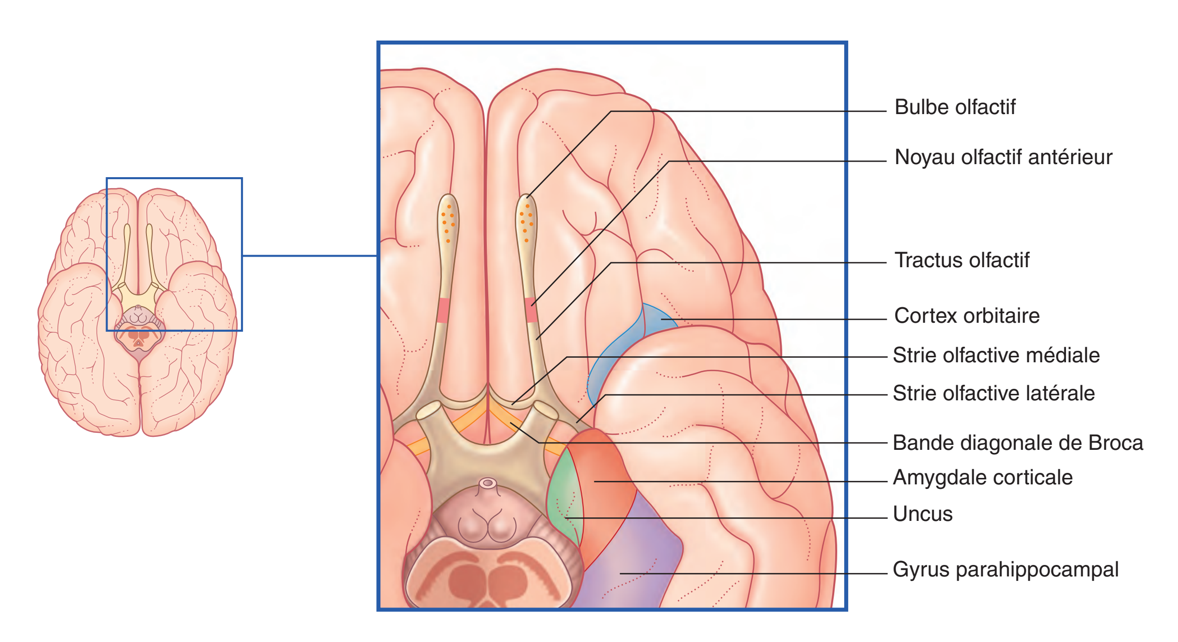


Figure 9.94 Aires olfactives corticales. Vue inférieure des structures corticales impliquées dans les processus de stimulations olfactives. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 34.2. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

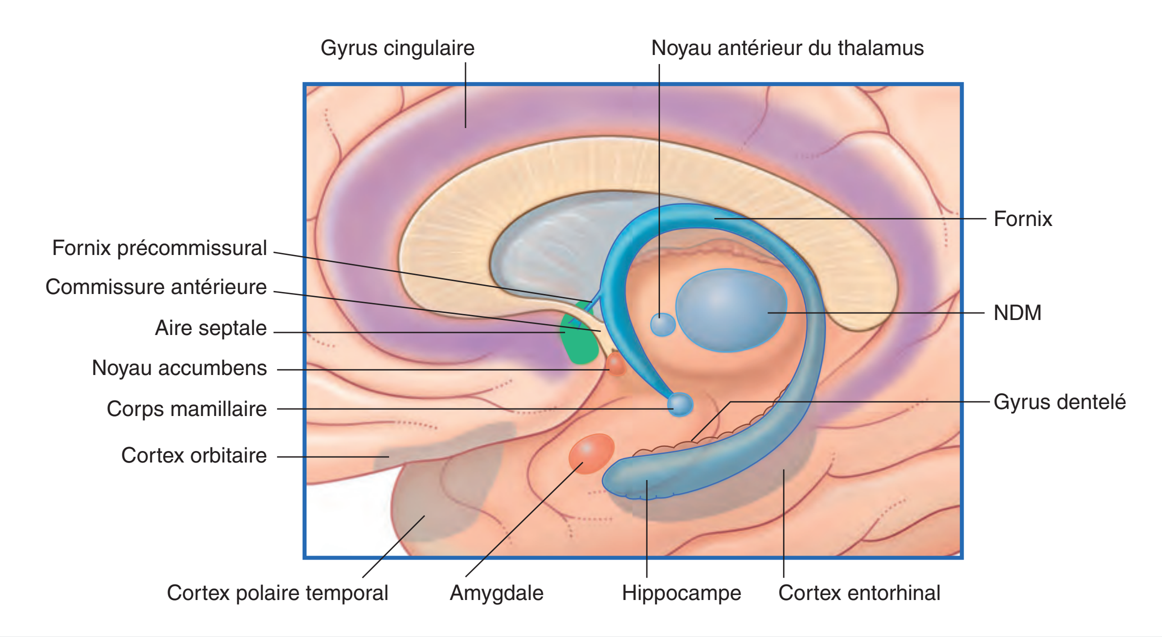
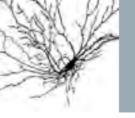


Figure 9.95 Vue médiale des aires corticales cérébrales droites impliquées dans le cortex limbique. Les structures limbiques subcorticales sont aussi représentées. NDM : noyau dorsomédial du thalamus. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 34.3. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

La structure de l'amygdale consiste en trois régions : un grand groupe basolatéral et un petit groupe corticomédial, qui comprend le noyau central. Fonctionnellement, l'amygdale est principalement associée aux émotions de peur, mais elle a aussi un rôle important dans les voies autonomes et endocrines. Les connexions de l'amygdale sont essentiellement bidirectionnelles et suivent différentes voies : le faisceau inciné, la strie terminale et la voie amygdalofugale ventrale (fig. 9.97). Les connexions aux aires corticales passent par le faisceau unciné, qui progresse en avant vers l'amygdale. Les projections vers l'aire septale et l'hypothalamus suivent la strie terminale (fig. 9.98A-D). Les fibres qui forment la voie amygdalofugale se projettent sur les noyaux thalamiques et sur plusieurs structures du tronc cérébral et du cerveau antérieur (fig. 9.98A-D).



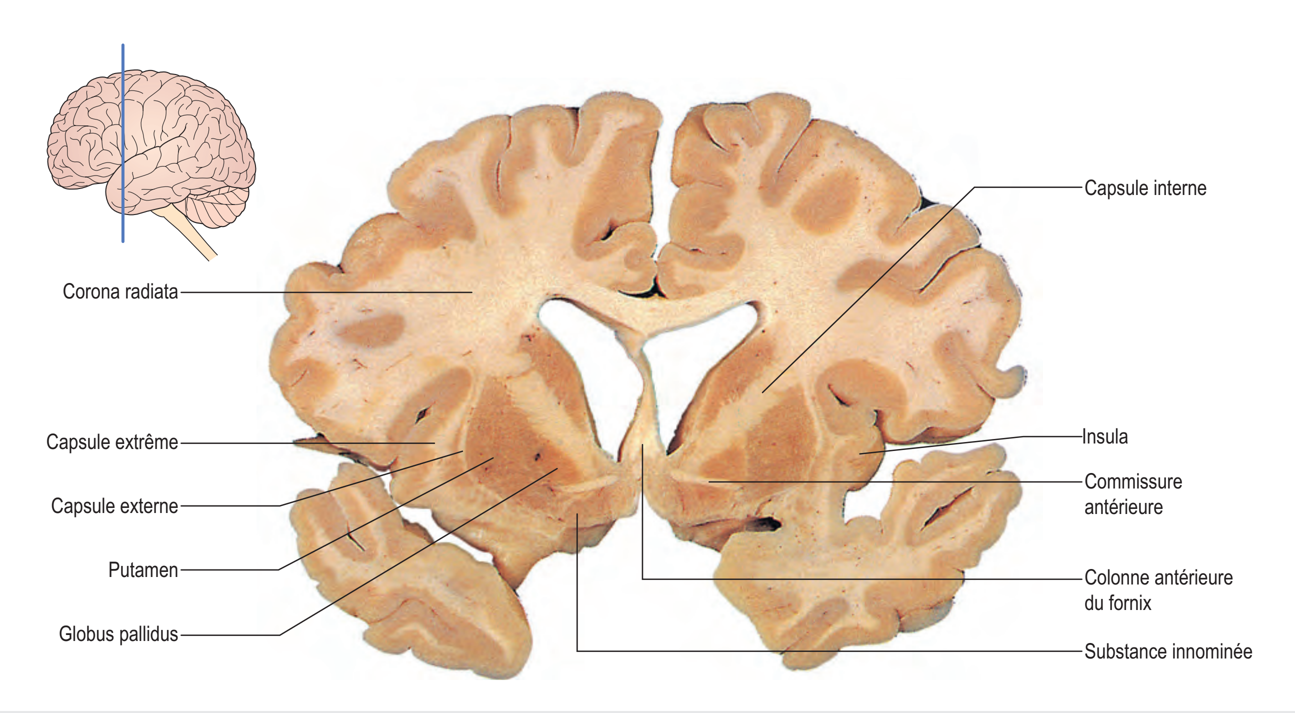


Figure 9.96 Coupe coronale du cerveau au niveau des corps mamillaires. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 13.8. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

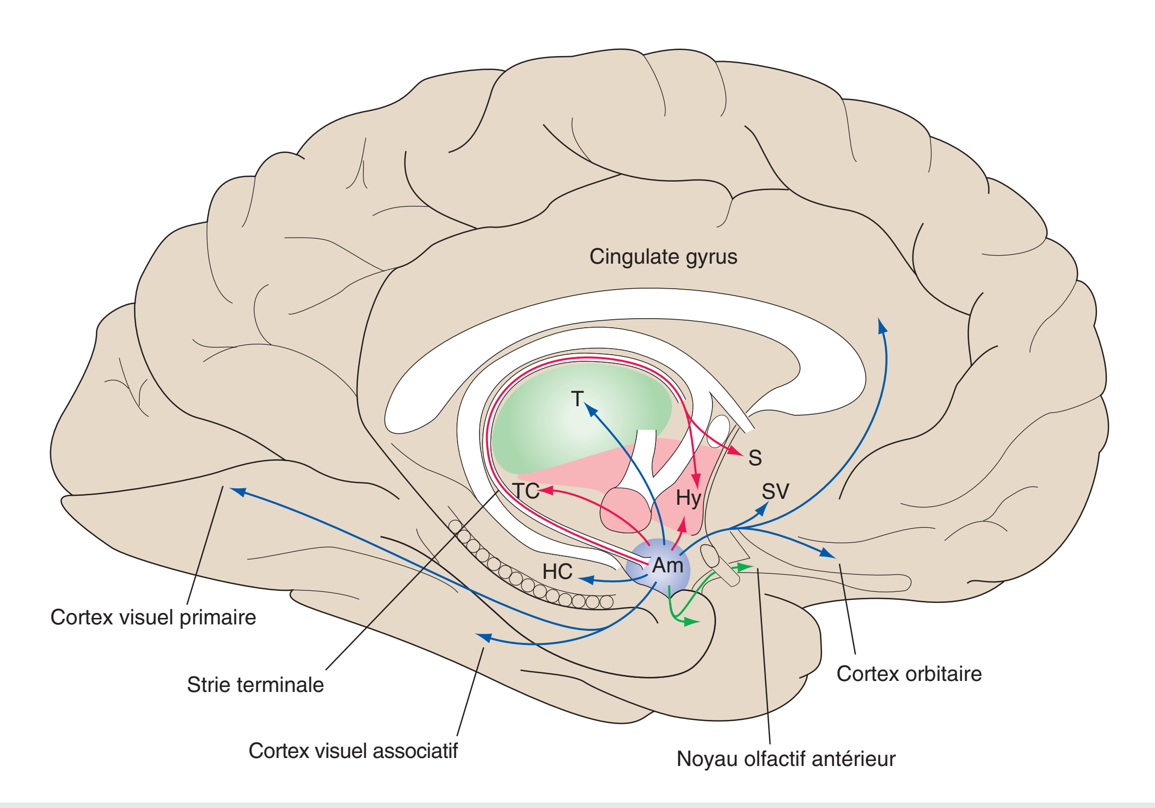
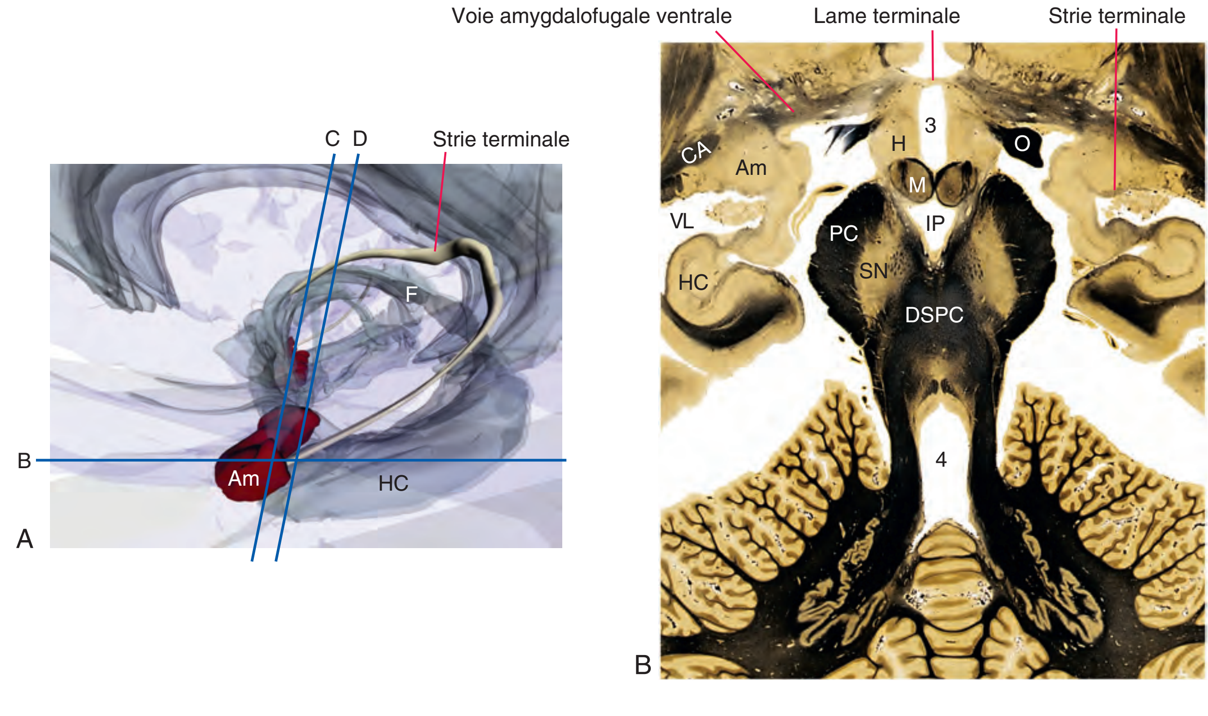


Figure 9.97 Principales efférences sortant de l'amygdale (Am). Le groupe basolatéral est représenté en *bleu*, le groupe central en *rouge* et le groupe médial en *vert*. Les efférences empruntent deux voies : 1) la strie terminale vers les noyaux septaux (S) ou hypothalamus (Hy) ; 2) la voie amygdalofugale ventrale vers l'hypothalamus (Hy), le thalamus (principalement le noyau dorsomédial), les différentes aires du cortex préfrontal ventromédial et insulaire, le striatum ventral (SV), les structures olfactives et le tronc cérébral (TC) ; et 3) directement vers l'hippocampe (HC) et d'autres aires néocorticales. (Source : Nolte J. *The Human Brain*. 7th ed., Fig. 23-21. Philadelphie : Elsevier ; 2016. Modifié d'après Warwick R, Williams PL. *Gray's Anatomy*. 35th Br ed. Philadelphie : W.B. Saunders ; 1973.)

Noyau accumbens

Le noyau accumbens est situé dans le cerveau antérieur adjacent à la zone où le putamen et la tête du noyau caudé sont en continuité (fig. 9.99). Les neurones afférents au noyau accumbens proviennent de l'amygdale par la voie amygdalofugale, la formation hippocampale par le fornix, la base du cerveau antérieur par la strie terminale, et le tegmentum ventral par le faisceau médial du cerveau antérieur (fig. 9.98A-D). Les neurones efférents du noyau



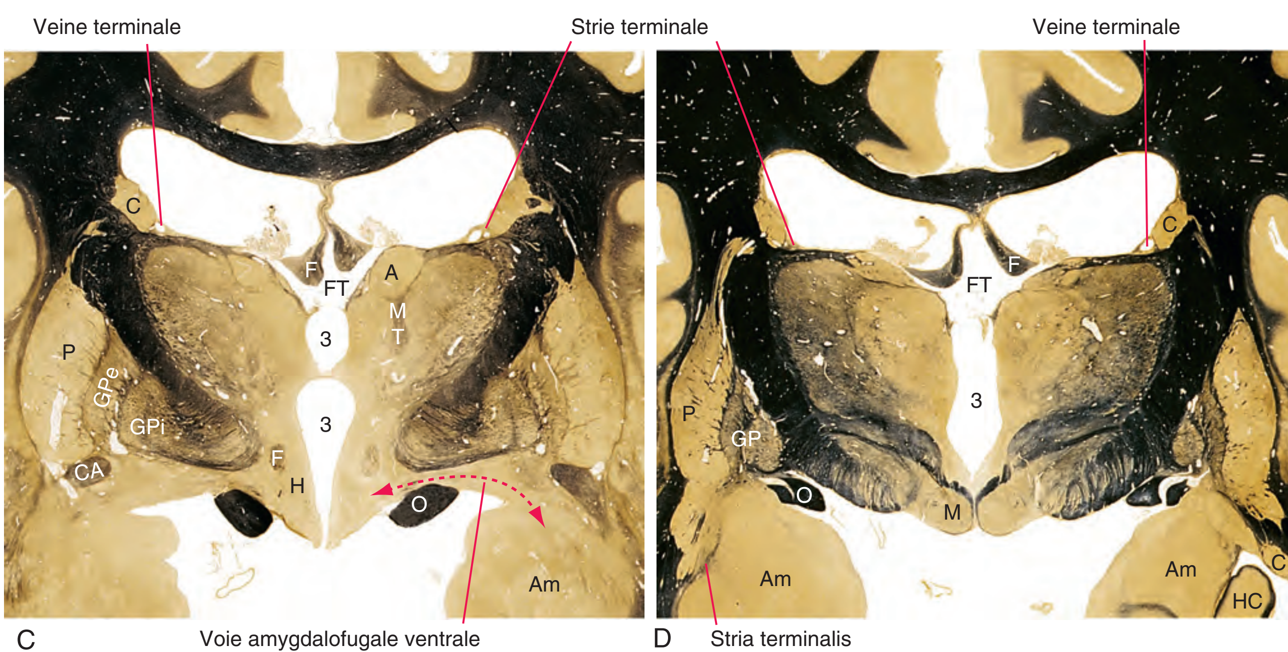
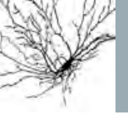


Figure 9.98 Localisation de l'amygdale et des faisceaux de fibres associés. **A.** Reconstruction tridimensionnelle dans les plans de coupes montrés en **B**, **C** et **D**. 3 : troisième ventricule ; 4 : quatrième ventricule ; A : noyau thalamique antérieur ; Am : amygdale ; C : noyau caudé ; CA : commissure antérieure ; DPCS : décussation des pédoncules cérébelleux supérieurs ; F : fornix ; FT : fissure transverse ; GP : globus pallidus ; GPe : segment externe du globus pallidus ; GPi : segment interne du globus pallidus ; H : hypothalamus tubéral ; HC : hippocampe ; IP : citerne interpédonculaire ; M : corps mamillaire ; O : tractus optique ; P : putamen ; PC : pédoncule cérébral ; SN : substance noire ; TM : tractus mamillothalamique ; VL : ventricule latéral (corne inférieure). (Source : Nolte J. *The Human Brain.* 7th ed., Fig. 23-20. Philadelphie : Elsevier ; 2016. Fig. A, préparé par Cheryl Cotman. Fig. A à D, modifié d'après Nolte J, Angevine JB Jr. *The Human Brain in Photographs and Diagrams*. 3rd ed., St. Louis, MO : Mosby ; 2007.)



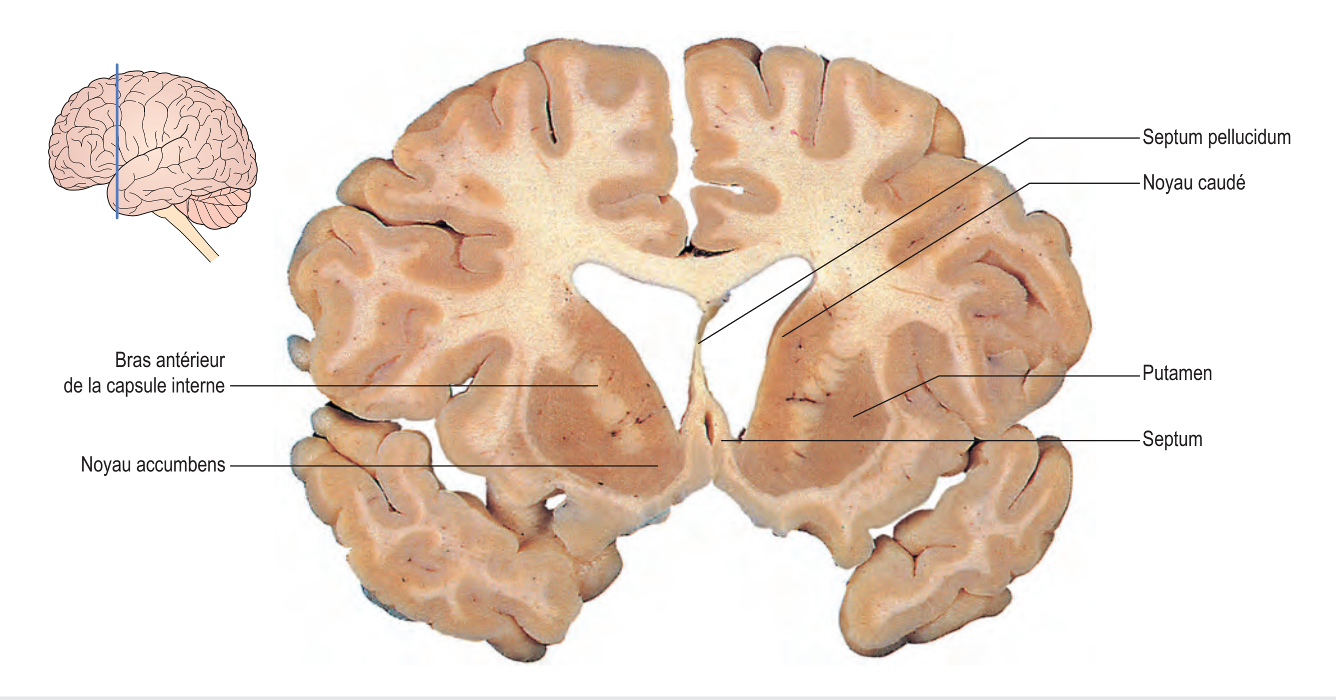


Figure 9.99 Hémisphère cérébral vu en coupe coronale. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 13.6. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

accumbens se projettent directement sur l'hypothalamus et le globus pallidus et atteignent les noyaux du tronc cérébral par le faisceau médial du cerveau antérieur. Ses connexions avec le globus pallidus représentent une connexion importante du système limbique avec le système moteur. La fonction globale du noyau accumbens est reconnue comme un centre de gratification et il a été démontré qu'il joue un rôle dans les comportements liés aux addictions.

Noyaux septaux

La région septale est en position rostrale par rapport à la commissure antérieure le long de la face médiale des hémisphères cérébraux (fig. 9.99). Cette région semble jouer un rôle dans les comportements du plaisir. À l'inverse, l'étude des lésions indique que des dommages dans cette zone suscitent des comportements de mécontentement extrême ou de rage. Les axones afférents de l'aire septale naissent dans l'amygdale, l'hippocampe, le tractus olfactif et les noyaux monoaminergiques dans le tronc cérébral (fig. 9.100 et 9.101). L'aire septale est aussi connectée avec un groupe de neurones cholinergiques le long de la paroi et du toit du troisième ventricule nommés les **noyaux de l'habenula**. Les axones des noyaux habénulaires se projettent sur le noyau interpédonculaire de la formation réticulée, qui est considéré comme actif sur le cycle sommeil-éveil (fig. 9.100).

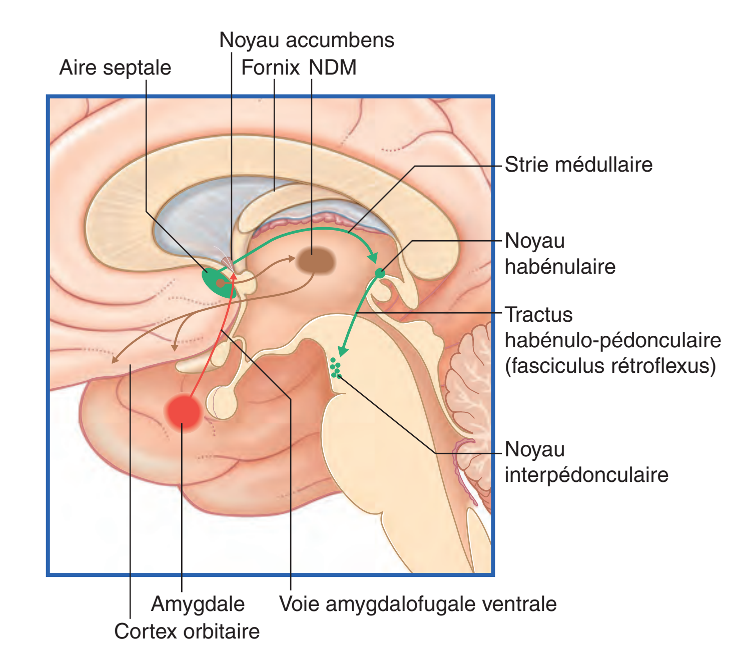


Figure 9.100 Connexions de l'aire septale. NDM : noyau dorsomédial. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 34.23. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

Formation hippocampale

La formation hippocampale est située dans le lobe temporal ventral médial (fig. 9.102). Elle comprend l'**hippocampe**, le **gyrus dentelé** et le **subiculum** (fig. 9.103A,B). La formation hippocampale joue un rôle dans les processus de la mémoire

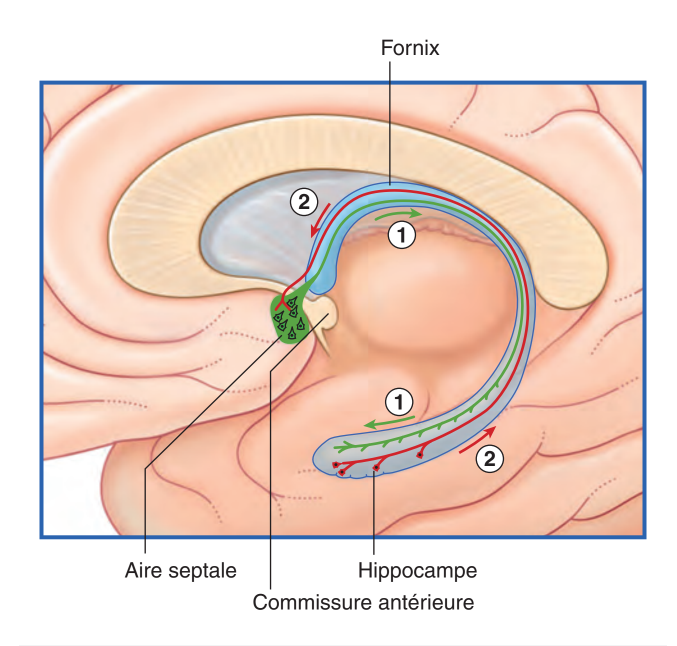


Figure 9.101 Connexions septales de l'hippocampe. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 34.24. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

comme la mémoire épisodique, la mémoire à court terme, la mémoire de travail et la consolidation des souvenirs.

Une afférence à la formation hippocampale est tout d'abord reçue par le cortex entorhinal depuis les cortex associatifs. De ce fait, il est considéré que le « stockage » des souvenirs a lieu dans les cortex associatifs et primaire, et non dans le lobe temporal médial. Les neurones du cortex entorhinal se projettent vers la formation hippocampale par deux voies : la voie perforante et la voie alvéaire. La voie perforante chemine directement à travers le sillon hippocampal pour gagner le gyrus dentelé (fig. 9.104B). Comme l'hippocampe ressemble à une corne de bélier, il était initialement appelé *« cornu ammonis »* (corne d'Ammon). Sur la base de sa cytoarchitecture, il a été subdivisé en quatre régions appelées *cornu ammonis (CA) 1 à 4* (fig. 9.104A). À partir du gyrus dentelé, les axones se projettent sur CA3 de l'hippocampe. Les axones quittent l'hippocampe via le fornix ou comme des voies collatérales de Shaffer pour gagner CA1. Les axones de CA1 peuvent entrer dans le fornix ou se projeter vers le subiculum. Finalement, les axones du subiculum entrent dans le fornix ou retournent vers le cortex entorhinal.

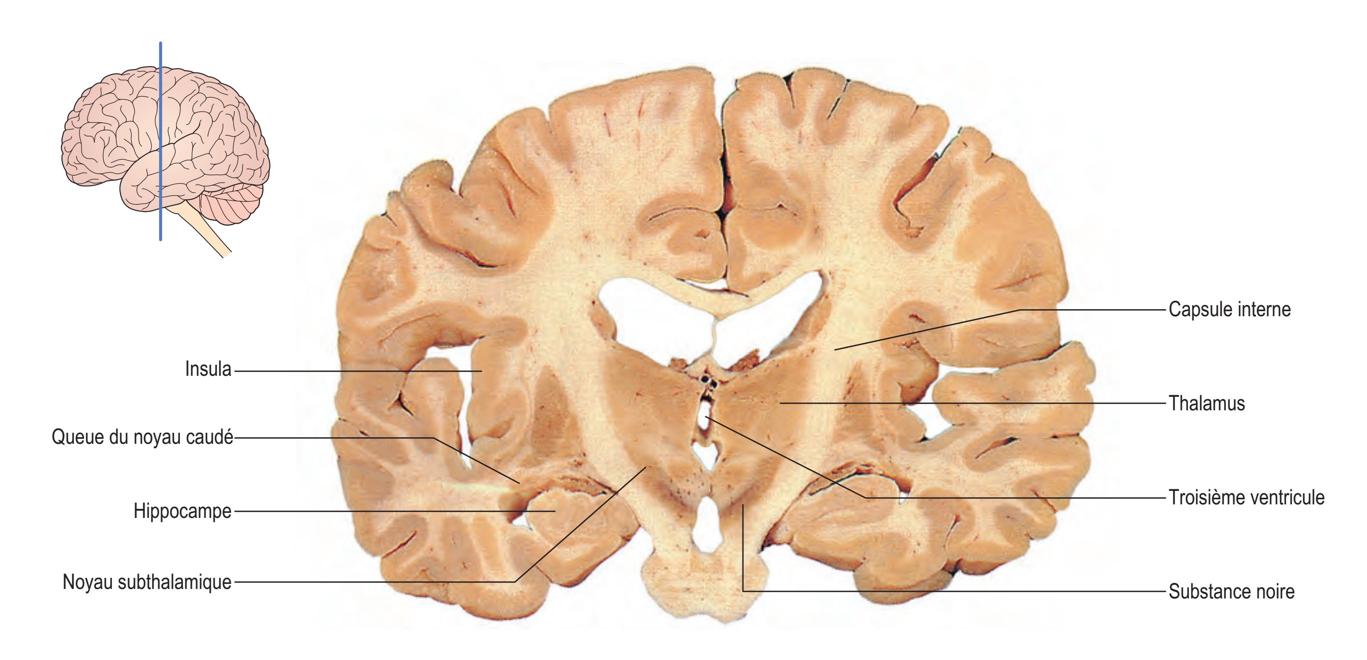
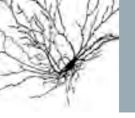


Figure 9.102 Hémisphères cérébraux : vue en coupe coronale. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 13.9. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)



Gyrus dentelé
Thalamus (sectionné)
Fimbria
Hippocampe
Septum pellucidum
Colonne du fornix
Corps du fornix
Commissure hippocampale
Pilier du fornix
Splénium du corps calleux
Corne postérieure du ventricule latéral
A
Ventricule latéral
Alvéus
Hippocampe
Plexus choroïde
Fimbria
Gyrus dentelé
Voie perforante
Subiculum
Cortex entorhinal
Sillon collatéral
Voie alvéolaire
Connexions à double sens avec les aires associatives
B

Figure 9.103 Complexe hippocampal. **A.** Vue supérieure. **B.** Coupe coronale agrandie du complexe hippocampal. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 34.5A and B. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

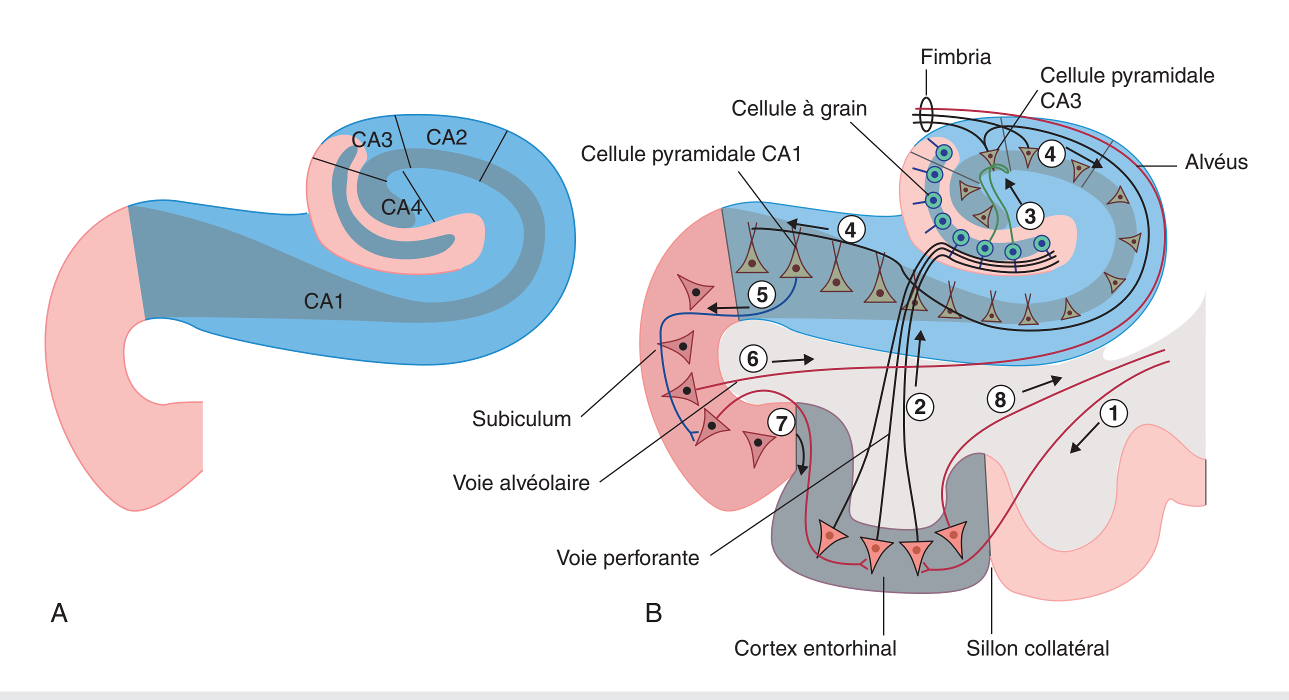


Figure 9.104 **A.** Corne d'Ammon. **B.** Connexions afférentes et efférentes de l'hippocampe. 1. Afférences provenant du cortex associatif sensoriel. 2. Projections du cortex entorhinal dans la voie perforante vers le gyrus dentelé. 3. Cellule granulomateuse dentelée connectée à la CA3. 4. Neurone de la CA3 se projetant sur la fimbria et CA1. 5. Neurone de la CA1 se projetant sur le subiculum. 6. Cellule subiculaire se connectant à la fimbria. 7. Cellule subiculaire se projetant sur le cortex entorhinal. 8. Cellule pyramidale entorhinale se connectant avec le cortex associatif sensitif. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 34.6. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

Une seconde voie afférente depuis le cortex entorhinal vers la formation hippocampale suit la voie alvéaire. Les axones de la voie alvéaire se projettent directement sur CA1 ou CA3 de l'hippocampe (fig. 9.104B). Comme dans la voie perforante, les axones qui quittent la voie alvéaire sont essentiellement issus de CA1 et CA3, et se projettent ensuite vers le subiculum.

Les axones efférents qui sortent de la formation hippocampale proviennent principalement du subiculum et du fornix (terme latin pour « arche »), une structure de substance blanche qui décrit une arche autour du système ventriculaire (fig. 9.95). Le fornix commence avec les axones sortant de l'hippocampe pour former l'alvéus le long de la surface ventriculaire de l'hippocampe. Comme les axones se dirigent ensemble médialement, ils forment un faisceau appelé la **fimbria du fornix**. Le fornix émerge alors de la formation hippocampale et s'incurve sous le corps calleux avant de se diriger médialement pour cheminer adjacent à la ligne médiane (fig. 9.105). Dans la commissure antérieure, le fornix se divise en un fornix précommissural et un fornix postcommissural pour rejoindre le noyau accumbens, les noyaux septaux, le cortex frontal médial, le noyau mamillaire, le noyau ventromédial de l'hypothalamus et le noyau antérieur du thalamus dorsal (fig. 9.95).

Dans cette section, nous avons décrit une série de structures anatomiques et défini leurs connexions avec d'autres aires du cerveau et le tronc cérébral sans explorer comment des structures individuelles sont interconnectées les unes avec les autres. Dans les années 1930, James Papez, neurologue

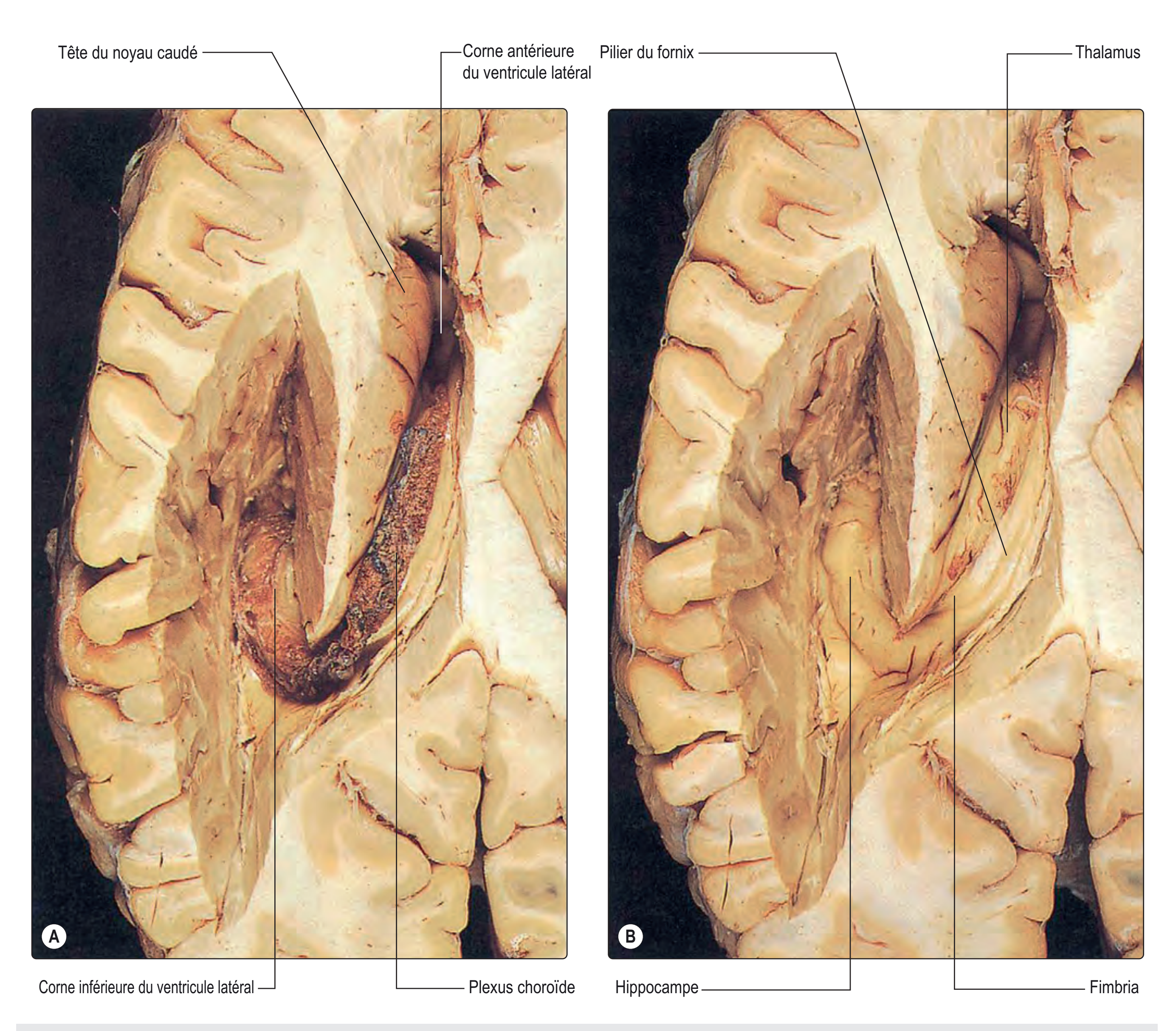


Figure 9.105 Système hippocampe-fimbria-fornix. Vue supérieure du cerveau. Le cortex cérébral, le corps calleux et la substance blanche voisine ont été réclinés pour exposer le ventricule latéral. **A.** Plexus choroïde dans le ventricule latéral. **B.** Plexus choroïde réséqué. (Source : Crossman A. *Neuroanatomy*. 5th ed., Fig. 16.15. Philadelphie : Elsevier ; 2015.)

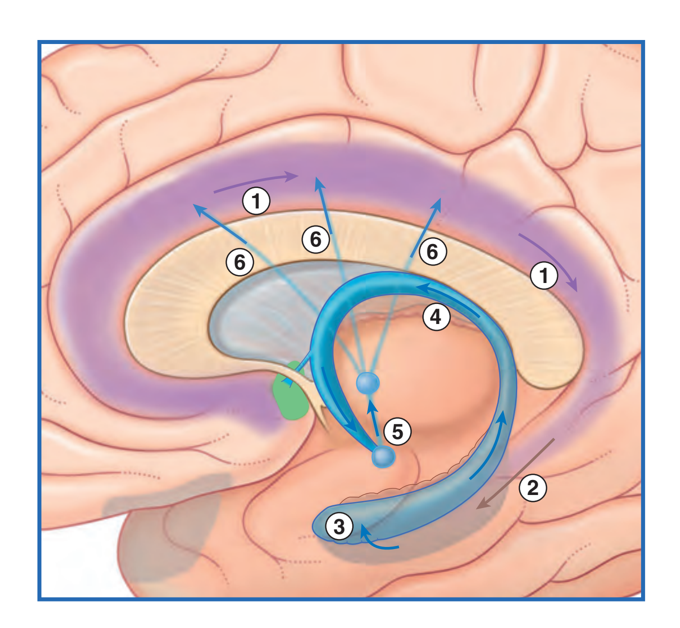


Figure 9.106 Le circuit de Papez. 1. Projections neuronales vers le gyrus cingulaire. 2. Projections vers le cortex entorhinal. 3. Projection vers l'hippocampe. 4. Fornix. 5. Tractus mamillothalamique. 6. Connexions neuronales du noyau antérieur du thalamus avec le cortex cingulaire. (Source : Mtui E. *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy.* 7th ed., Fig. 34.7. Philadelphie : Elsevier ; 2016.)

américain, décrivit un circuit qui relie ces structures et les aires corticales ensemble d'une manière que l'on pensait impliquée dans l'expérience et l'expression de l'émotion. Cela est appelé le *circuit de Papez* (fig. 9.106). Le circuit débute avec les fibres du subiculum, qui entrent ensuite dans le fornix pour atteindre les noyaux mamillaires. Les axones se projettent alors dans le tractus mamillothalamique jusqu'au noyau antérieur du thalamus. Les axones du noyau antérieur du thalamus se projettent dans la capsule interne jusqu'au gyrus cingulaire. Enfin, les fibres cingulaires du cortex cingulaire se projettent sur le gyrus parahippocampal puis le cortex entorhinal et la formation hippocampale (fig. 9.106). La description par Papez de ce circuit est utile pour passer en revue les voies principales du système limbique ; cependant, le rôle de certaines de ces structures dans la voie a été démontré comme minime ou absent dans l'expression de l'émotion. De plus, plusieurs de ces structures qui interviennent dans l'expression ont aussi un rôle dans d'autres fonctions.

REMERCIEMENTS

Nous remercions avec beaucoup de reconnaissance les auteurs suivants pour avoir accordé la possibilité d'utiliser leurs publications dans ce chapitre : A. R. Crossman et D. Neary : *Neuroanatomy : An Illustrated Colour Text*, 5th edition, Philadelphia, Elsevier, 2015 ; Todd W. Vanderah et Douglas J. Gould : *Nolte's The Human Brain : An Introduction to Its Functional Anatomy,* 7th edition, Philadelphia, Elsevier, 2016 ; Estomih Mtui, Gregory Gruener et Peter Dockery : *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy and Neuroscience,* 7th edition, Philadelphia, Elsevier, 2016 ; et Duane E. Haines et Gregory A. Mihailoff : *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications,* 5th edition, Philadelphia, Elsevier, 2013.